



Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

Dritter Band.



Zweite Abtheilung.



Handwörterbuch

der

Physiologie

mit

Rücksicht auf

physiologische Pathologie.

In

Verbindung mit mehren Gelehrten

herausgegeben

von

Dr. Rudolph Wagner,
Professor in Göttingen.

Mit

Kupfern und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Dritter Band.

Zweite Abtheilung.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedr. Vieweg und Sohn.

1846.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY



Muskelbewegung.

Wenn wir die Glieder unseres Körpers betrachten, während sie gegen einander bewegt werden, so beobachten wir, daß die Muskeln, welche von einem derselben zum andern gehen, eine Veränderung hinsichtlich ihrer Gestalt und ihrer Spannung erleiden: diejenigen Muskeln, deren Befestigungspunkte durch die Drehung der Glieder einander genähert werden, verkürzen sich und werden zugleich dicker; die dagegen, deren Befestigungspunkte von einander entfernt werden, verlängern sich und werden zugleich dünner. Werden die Glieder *ohne unser Zuthun*, also z. B. durch einen andern Menschen gegen einander bewegt, so werden die Muskeln, deren Befestigungspunkte sich nähern, schlaffer, die, deren Befestigungspunkte sich von einander entfernen, straffer oder gespannter. Werden die Glieder dagegen *durch unseren Willen* in Bewegung gesetzt, so erschlaffen die Muskeln, deren Befestigungspunkte sich einander nähern, nicht, sondern spannen sich im Gegentheil noch mehr an, als die, deren Befestigungspunkte sich von einander entfernen. Dieses ist sehr deutlich wahrzunehmen, wenn die Bewegung des Gliedes durch Belastung mit Gewichten oder durch einen anderen Widerstand erschwert wird.

Jene stärker gespannten Muskeln müssen vermöge ihrer größeren Spannung, gleich stärker gespannten Saiten, eine größere Kraft auf ihre Befestigungspunkte ausüben, als die schwächer gespannten, und folglich dieselben gegen einander bewegen. Diese Kraft, welche keine andere ist, als die, durch welche die Muskeln sich auch zu verkürzen streben, ist die Ursache der Bewegung der Glieder und dadurch zugleich die der Ausdehnung der entgegengesetzten Muskeln. Wir pflegen daher auch wohl kurz zu sagen, daß die Muskeln die Glieder dadurch bewegen, daß sie sich verkürzen.

Wir können demnach zwei Zustände an den Muskeln unterscheiden: 1) den Zustand, in dem sie für gewöhnlich verharren, wo sie die vorhandene Ruhe der Glieder nicht stören; 2) den Zustand, in welchen sie vorübergehend (durch äußere Einwirkungen) versetzt werden, wo sie sich zu verkürzen und dadurch die Glieder zu bewegen streben. Den ersteren nennt man den Zustand ihrer *Unthätigkeit*, den letzteren den ihrer *Thätigkeit*. Man bezeichnet beide Zustände auch wohl als Zustand der Erschlaffung und der Contraction: da aber die letztere Bezeichnung leicht zu Mißverständnissen Anlaß geben kann, so werden wir vorzugsweise die erste gebrauchen.

Um nun näher zu erfahren, was vorgeht, wenn die Muskeln in Thätigkeit treten und dadurch die Ursache der Bewegung der Glieder werden, wollen wir folgende drei Fragen behandeln:

I. Auf welche Weise werden die Muskeln zur Thätigkeit angeregt?
II. Welche Erscheinungen bieten die Muskeln bei ihrer Thätigkeit dar?
III. In welchem Zusammenhange stehen diese Erscheinungen unter einander?

I. Von der Erregung der Thätigkeit der Muskeln.

Die Einflüsse, welche die Muskeln in Thätigkeit zu setzen vermögen, sind sehr mannichfaltiger Art. Wir wissen, daß die Einwirkungen des Willens es thun; aber oft entstehen Muskelbewegungen im lebenden Körper auch ohne Zuthun des Willens und wir vermögen endlich selbst durch äußere sehr mannichfaltige Einwirkungen, durch elektrische und mechanische, durch Einwirkungen von Wärme und Kälte, so wie durch allerhand chemische Einflüsse, die Muskeln, ohne Mitwirkung des Willens und ohne daß er es hindern kann, bei lebenden und kürzlich getödteten Thieren in Thätigkeit zu versetzen. Aber so mannichfaltig die entfernteren Ursachen sind, welche die Muskeln zur Thätigkeit veranlassen, so werden wir doch sehen, daß die nächste Ursache immer im Nervensysteme zu liegen scheint, welches den beobachteten Einfluß jener entfernteren Ursachen vermittelt.

Der Wille kann nicht alle Muskeln in und außer Thätigkeit setzen, viele derselben sind seiner Herrschaft gänzlich entzogen. Man hat demnach die sämmtlichen Muskeln in willkürlich- und unwillkürlich-thätige Muskeln eingetheilt.

Zu den willkürlichen rechnet man alle Haut- und Skelettmuskeln; die Muskeln der Zunge, des Gaumens, Rachens und Kehlkopfes, das Zwerchfell, die Muskeln des Afters, des Gliedes und die, durch welche wir den Austritt des Harnes hemmen oder gestatten können. Zu den unwillkürlichen das Herz, die sämmtlichen Muskeln des Verdauungscanales abwärts vom Rachen bis zum After, die Muskeln der Harnblase, der Gallenblase, die Muskelfasern der Ausführungsgänge, der Drüsen und die Iris. Aber von vielen Muskeln, selbst unter den aufgeführten, ist es noch ungewiß, zu welcher der beiden Classen sie gehören, weil nicht nur die Beobachtungen, die wir an Thieren und anderen Menschen, sondern auch, die wir am eigenen Körper anstellen, uns über den Einfluß des Willens auf dieselben keinen sicheren Aufschluß zu geben vermögen. Wir können z. B. nicht entscheiden, ob wir die Cremasteren, die Muskeln der Gehörknöchelchen, der Iris, des Rachens und der Speiseröhre durch unseren Willen zur Bewegung antreiben oder sie in ihren Bewegungen hindern können. Wir wissen nämlich nichts von der Existenz unserer willkürlichen Muskeln und können nicht unmittelbar wollen, daß sich dieser oder jener Muskel zusammenziehe, sondern wir haben nur durch Erfahrung gelernt, welche Art der Anstrengung wir machen müssen, damit wir eine durch unsere Sinne wahrnehmbare Veränderung oder Erscheinung an unserem Körper hervorbringen, z. B. damit wir einen Ton von bestimmter Höhe angeben. Wir wollen den Ton hervorbringen, nicht bestimmte Stimmmuskeln bewegen. Fällt die Veränderung, die die Bewegung von Muskeln hervorbringt, nicht in die Sinne, oder wissen wir nicht schon auf anderem Wege, daß dieselbe von ihnen herrührt, so können wir nicht bestimmen, ob diese Muskeln dem Willen gehorchen oder nicht. Ja es kommt öfters vor, daß wir auch willkürliche Muskeln, weil wir ihre Wirkungen nicht beobachten oder beobachten können, nicht willkürlich gebrauchen lernen. Dieses gilt von den kleineren Muskeln des äußeren Ohres bei den meisten Menschen, ganz besonders aber von den Stimmmuskeln bei den Taubgebornen, die stumm sind, bekanntlich nur deshalb auch, weil sie ihre eigene Stimme nicht hören und daher von ihr keinen willkürlichen Gebrauch machen, sondern nur instinct-

mäßige, nicht willkürliche Bewegungen mit den Stimmorganen ausführen. Auch die anatomischen Merkmale, welche man zur Unterscheidung beider Classen aufgestellt hat, und welche als Charaktere derselben dienen könnten, wo directe Beobachtungen über den Einfluß des Willens fehlen, haben sich durch neuere Untersuchungen als unzuverlässig herausgestellt, indem sich gezeigt hat, daß verschiedene Organe, die Iris, die Speiseröhre, ja selbst der Magen und Darmcanal bei verschiedenen Thieren bald die Art der Muskelfasern besitzen, die man den willkürlichen Muskeln, bald die andere Art, welche man den unwillkürlichen zuschreibt, ohne daß man Grund hat anzunehmen, daß dieselben Organe bei dem einen Thiere willkürlich, bei dem andern nur unwillkürlich bewegt werden. Da es sonach dieser Eintheilung der Muskeln an genügenden Unterscheidungsmerkmalen gebricht, so daß es in vielen Fällen gar nicht möglich ist, zu entscheiden, ob ein Muskel dem Willen unterworfen sei oder nicht; so ziehe ich es vor, die Muskeln vielmehr nach der Verschiedenheit ihrer Bewegungsweise in animalische und organische Muskeln zu theilen, indem alle Muskeln in zwei Classen zerfallen, welche charakteristisch verschiedene Bewegungen ausführen, ungeachtet man auf beide dieselben Reize und auf dieselbe Weise einwirken läßt.

Animalische Muskeln nenne ich die, welche, wenn sie gereizt werden, augenblicklich in Zusammenziehung gerathen, und auch ebenso schnell wieder in dieser Zusammenziehung nachlassen, sobald die Reizung aufhört.

Organische Muskeln sind die, welche nicht im Momente einer schnell vorübergehenden Reizung, sondern erst einige Zeit darauf zur Zusammenziehung angereizt werden und deren Bündel dadurch successiv in einer gewissen Ordnung und Aufeinanderfolge in Zusammenziehung gerathen können.

Diese Eintheilung stimmt insofern mit der früheren überein, daß bei den Wirbelthieren alle willkürlichen Muskeln, ausschließlich der einen Classe, der der animalischen Muskeln, angehören, unterscheidet sich aber dadurch, daß die unwillkürlichen, wie es scheint, jeder der beiden Classen, der der organischen oder der der animalischen Muskeln angehören können.

Die animalischen Muskeln haben dickere und nicht in Aeste getheilte Elementarbündel, dagegen besitzen die organischen Muskeln dünnere in Aeste getheilte Elementarbündel, die unter einander so verwachsen sind, daß sie ein Netz bilden. Außerdem sind bei den Wirbelthieren die Elementarbündel aller animalischen Muskeln mit einer quergestreiften Hülle umgeben, und alle organische Muskeln, das Herz allein ausgenommen, sind ungestreift. Ich werde weiter unten durch Versuche darthun, daß dieser Satz, in dieser Beschränkung ausgesprochen, so vollkommen mit der Erfahrung übereinstimmt, daß ich in jedem einzelnen Falle, wenn ich die durch Reizung erregten Bewegungen der Muskeln beobachtet habe, voraussagen kann, ob sie gestreift sind oder nicht, und umgekehrt.

In allen Fällen daher, wo man gefunden hat, daß dieselben Organe bei verschiedenen Wirbelthieren bald gestreifte, bald ungestreifte Muskelbündel besitzen, ergiebt sich, daß diese Organe ganz dem entsprechend auch bald animalische, bald organische Bewegung besitzen. Die Iris der Vögel, die nach Trevianus'[1]) und Krohn's[2]) Beobachtungen gestreifte Muskelfasern hat, besitzt animalische Bewegung; die Iris der Säugethiere

[1]) G. R. Treviranus, Vermischte Schriften. Bd. III. S. 166.
[2]) Krohn in Müller's Archiv der Physiologie. 1837. S. 367.

dagegen, welche ungestreifte Muskelfasern hat, organische Bewegung. Die Speiseröhre, welche nach Gulliver[1]) bei den Vögeln und Fröschen ungestreifte Muskelfasern, bei den Nagethieren gestreifte Muskelfasern hat, hat bei ersteren organische, bei letzteren animalische Bewegung. An der Speiseröhre der Katzen und Hunde hatte ich bei den Versuchen animalische und organische Bewegungen zugleich beobachtet; am oberen Theile nämlich nur animalische, am unteren Theile aber animalische mit organischer Bewegung verbunden. Dieses eigenthümliche Verhalten bei der Bewegung überzeugte mich, daß die Speiseröhre dieser Thiere auch zweierlei Muskelfasern haben müsse, ungeachtet Gulliver nur quergestreifte an derselben beschreibt. In der That ergab sich bei genauerer Untersuchung, daß bedeckt von der rötheren Schicht quergestreifter Muskelfasern, welche die ganze Speiseröhre überkleidet, am unteren Theile derselben eine Schicht blasser ungestreifter Muskelfasern sich findet, die bei den Katzen, bei denen auch die organische Bewegung weit mehr in die Augen fällt, sehr beträchtlich ist, und deutlich aus Längsfasern und Querfasern besteht, aufwärts aber immer dünner wird und endlich gänzlich verschwindet.

Endlich habe ich gefunden, daß sogar der Darmcanal der Schleihe (Cyprinus tinca), der nach Reichert's[2]) Entdeckung gestreifte Muskelfasern hat und dadurch eine merkwürdige Ausnahme bildet, ebenfalls auch animalische Bewegung besitzt, was beim Magen- und Darmcanale sehr überrascht und sonst nicht vorkommt.

In allen erwähnten Fällen habe ich die Muskelfasern der Organe genau untersucht, und kann daher die Angaben der genannten Schriftsteller vollkommen bestätigen. Die Versuche aber, durch welche ich die Uebereinstimmung der Bewegung dieser Organe mit dem Baue ihrer Muskelfasern nachweise, werden bei der Betrachtung der Bewegung der organischen Muskeln mitgetheilt werden.

Dieser Uebereinstimmung ungeachtet kann man aber doch nicht annehmen, daß alle Muskeln mit animalischer Bewegung quergestreifte, und alle Muskeln mit ungestreiften Fasern organische Bewegung haben müßten, und daß die Querstreifen in einem nothwendigen Zusammenhange mit der animalischen Bewegung stünden und mit der organischen unvereinbar wären; denn einer solchen Annahme widerspricht nicht nur der Bau des Herzens, welches gestreifte Muskelfasern und dennoch organische Bewegung hat, sondern auch der Darmcanal der Insecten und Crustaceen, dessen Muskelfasern, wie ich mich nach dem Vorgange von Ficinus[3]) und Valentin[4]) überzeugt habe, auch quergestreift ist, ungeachtet er gleichfalls organische Bewegung besitzt. Die Querstreifung der Muskelfasern scheint vielmehr in einem directeren Zusammenhange mit der Geschwindigkeit und Größe der Verkürzung zu stehen, welche allerdings ein sehr in die Augen fallendes Merkmal der animalischen Muskeln ist, hinsichtlich derer aber manche organische Muskeln denselben sehr nahe kommen. Aber so wie in anderer

---

[1]) Gulliver, Edinburgh Med. and Surg. Journ. Oct. 1842. p. 493.

[2]) Reichert, Med. Zeitung von dem Vereine für Heilkunde in Preußen. 1841. Nr. 10. S. 47.

[3]) Ficinus, Dissertatio inaug. de fibrae muscularis forma et structura. Lipsiae 1836. p. 13.

[4]) Valentin, de functionibus nervorum. Bernae 1839. 4. Lib. IV. cap. 2. p. 124.

Hinsicht, beide Muskelclassen, der Art der Bewegung nach, stets scharf getrennt sind, so unterscheiden sie sich auch stets, abgesehen von der Querstreifung, durch den anatomischen Bau, so daß man bei genauer Betrachtung animalische und organische Muskeln bei demselben Thiere nicht verwechseln wird.

Von der Erregung der Thätigkeit der animalischen Muskeln.

Von der Erregung der Thätigkeit der animalischen Muskeln durch den Willen.

Der Einfluß des Willens auf die Muskeln äußert sich theils dadurch, daß er sie sich zusammenzuziehen veranlaßt, theils auch dadurch, daß er anderen Einflüssen, welche in den Muskeln Zusammenziehung hervorrufen, entgegenwirkt und ihre Wirkung zum Theil oder ganz aufhebt. Es scheint dieses bei manchen Sphincteren der Fall zu sein, z. B. bei dem Sphincter ani und vesicae urinariae beim Stuhlgange und beim Harnen, so wie auch beim orbicularis oculi, der während des Schlafes unwillkürlich zusammengezogen ist und sich unter dem Einflusse des Willens beim Erwachen wieder verlängert. Manche rhythmische Bewegungen, welche unwillkürlich geschehen, wie die des Athmens, kann der Wille beschleunigen oder verlangsamen, andere unwillkürlich sich ereignende Bewegungen, wie das Blinken, Niesen, Husten, Brechen und sogar manche krampfhafte Bewegungen kann er gänzlich verhindern oder verzögern.

Der Wille beherrscht die Thätigkeit der Muskeln ihrer Dauer nach: er kann sie in stetige Zusammenziehung versetzen und sie darin ununterbrochen erhalten, bis sie dazu selbst durch Erschöpfung unfähig werden. Er kann aber auch in den Muskeln jeden Grad der Thätigkeit hervorrufen und dadurch bewirken, daß sie sich mehr oder weniger verkürzen und demnach auch größere oder geringere Kraft entwickeln. Wie vollkommen der Wille in dieser Hinsicht die Thätigkeit der Muskeln zu reguliren vermag, davon geben besonders die Muskeln des Kehlkopfes ein Beispiel, welche durch Spannung der Stimmbänder die Höhe und Tiefe der Töne unserer Stimme bestimmen, denn die Reinheit, mit der sie hervorgebracht werden, ist nur dann möglich, wenn wir den Grad der Spannung, in die wir die Stimmmuskeln versetzen, ganz in unserer Gewalt haben.

Der Wille setzt aber die Muskeln nicht durch unmittelbare Einwirkung, sondern mittelst der Nerven in Bewegung. Alle willkürlich thätigen Muskeln sind daher mit zahllosen Nervenfäden, welche vom Gehirne und Rückenmarke zu denselben hinlaufen, durchwebt, und der Zusammenhang dieser Nerven mit dem Gehirne und Rückenmarke ist nothwendig, wenn der Wille auf jene Muskeln soll einwirken können. Wird dieser Nervenzusammenhang der Muskeln mit dem Centralorgane des Nervensystemes unterbrochen, durchschneidet man z. B. bei einem Thiere den Nerven eines Muskels in irgend einem Punkte seines Verlaufes, so kann es diesen Muskel nicht weiter bewegen, weil der Einfluß des Willens auf den Muskel dadurch unterbrochen ist, nicht weil der Muskel oder dessen Nerv zu ihrer Function nicht mehr fähig wären; denn dieser geräth in Bewegung, wenn man das mit dem Muskel zusammenhängende Nervenstück kneipt oder auf andere Weise reizt. Ja es gelingt nach

einer sehr alten, von Fontana [1]) bei Fröschen und bei jungen Katzen bestätigten Beobachtung, den Einfluß des Willens auf die Muskeln vorübergehend aufzuheben, wenn man die bloßgelegten Nerven derselben nur fest zwischen den Fingern zusammendrückt. Auf diese Weise kann man bei jungen Katzen den Einfluß des Willens auf die Stimmmuskeln oder auf das Zwerchfell bald unterbrechen, bald wieder freilassen, je nachdem man die Nervi vagi oder Nervi phrenici zusammendrückt oder wieder freiläßt und dadurch das Schreien oder Athmen des Thieres bald verhindert, bald wieder gestattet.

Da das Kneipen des Nerven an seinem abgeschnittenen Ende eine Bewegung der Muskelfasern am andern Ende desselben verursacht, so müssen wir annehmen, daß von der geknippenen Stelle eine Bewegung längs des Nerven zum Muskel fortgepflanzt wird und so auf den letzteren einwirkt. Ganz dem entsprechend müssen wir voraussetzen, daß, wenn die Muskeln durch den Willen in Bewegung gesetzt werden, eine gleiche oder ähnliche Bewegung längs der Nerven fortschreite. Die Nerven erscheinen demnach hierbei nur als Leiter von Bewegungen, die vom Centralorgane ausgehen, und welche dort durch den Einfluß des Willens entstehen.

Um den Ort, von wo die willkürlichen Bewegungen im Centralorgane ausgehen, näher zu bestimmen, hat Legallois das Rückenmark erst entfernter vom Gehirne, dann demselben immer näher und näher durchschnitten, um zu beobachten, wie weit man diese Versuche aufwärts fortsetzen könne, ohne den Einfluß des Willens zu vernichten.

Es ergiebt sich aus diesen an lebenden Thieren gemachten Versuchen, daß nach Durchschneidung des Rückenmarkes stets diejenigen Muskeln dem Einflusse des Willens entzogen werden, deren Nerven unterhalb des Schnittes vom Rückenmarke entspringen und also außer Verbindung mit dem Gehirne gesetzt sind. Diese Muskeln nämlich fangen, wenn sie einmal in Ruhe versetzt sind, ohne einen äußeren, auf sie selbst, auf ihre Nerven oder auf das Rückenmark wirkenden Anlaß nicht wieder an sich zu bewegen; während die Muskeln, deren Nerven oberhalb des Schnittes entspringen, mit dem Gehirne also noch in Verbindung stehen, ohne einen solchen Anlaß fortfahren, Bewegungen zu beginnen und auszuführen. Trägt man aber von oben her das Gehirn ab, so hören, auch wenn man die Theile, wo die motorischen Nerven entspringen, unverletzt läßt, alle willkürlichen Bewegungen auf, ungeachtet das Leben fortdauern kann, so daß man Grund hat anzunehmen, daß von jenen Theilen eben, welche der Sitz aller sensoriellen Thätigkeiten sind, auch die ersten Anlässe der willkürlichen Bewegungen ausgehen.

Etwas anders verhält es sich mit gewissen rhythmischen Bewegungen, z. B. den Bewegungen der Athemmuskeln. Diese Muskeln, deren Nerven von der Medulla oblongata und von dem Rückenmarke darunter entspringen, setzen nach Legallois' schöner Entdeckung ihre rhythmischen Bewegungen fort, auch nachdem man das übrige Gehirn von der Medulla oblongata getrennt hat. Zerstört man aber die Medulla oblongata, so hören nicht nur die Bewegungen der Athemmuskeln, deren Nerven von ihr entspringen, sondern auch die aller übrigen auf, die ihre Nerven tiefer vom Rückenmarke erhalten, was beweis't, daß man an die Stelle gelangt sei, von wo die rhythmischen Bewegungen aller dieser zu einem Zwecke zusammenwirkenden zahlreichen Muskeln

[1]) Fontana, Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper, übersetzt von Hebenstreit. Leipzig 1785. 8. S. 138.

ausgehen. Auf ähnliche Weise hat Volkmann bewiesen, daß die rhythmischen Bewegungen der vorderen Lymphherzen der Frösche von dem in der Gegend des dritten Wirbels gelegenen Theile des Rückenmarkes abhängen, und daß die rhythmischen Bewegungen der hinteren Lymphherzen dieser Thiere in gleicher Abhängigkeit von einem Theile des Rückenmarkes in der Gegend des achten Wirbels stehen. Es giebt also im Centrum des Nervensystemes außer den eigentlichen Hirntheilen, von denen aus der Wille wirkt, Apparate, von denen aus Muskeln, die zu den willkürlichen gehören, und selbst in keiner unmittelbaren Verbindung mit einander stehen, ohne Zuthun des Willens zu wohlgeordneten gemeinschaftlichen rhythmischen Bewegungen angeregt und darin unterhalten werden. Da aber diese rhythmischen Bewegungen, wenigstens die respiratorischen, auch durch den Willen abgeändert und die Muskeln, die sie ausführen, auch ganz willkürlich bewegt werden können, so müssen auch die Nervenapparate dieser Muskeln in der Medulla oblongata und dem Rückenmarke mit den Theilen des Hirnes, von denen der Wille aus wirkt, in Verbindung stehen.

Von der Erregung der Thätigkeit der animalischen Muskeln durch äußere Reize.

Wenn wir von willkürlichen Muskeln sprachen und sie von unwillkürlichen unterschieden, so sollte damit nicht gesagt sein, daß erstere nicht auch unwillkürlich in Thätigkeit gerathen könnten. Vielmehr finden wir, daß alle willkürlichen Muskeln durch innere im Körper sich ereignende Einwirkungen, wie durch äußere Einflüsse ohne Vermittelung des Willens in thätige Bewegung gerathen können.

Es erscheint daher nicht gerechtfertigt, wenn man einige derselben, weil man sie sehr häufig und regelmäßig in unwillkürlicher Thätigkeit beobachtet, wie das Zwerchfell, als halbwillkürliche von den übrigen willkürlichen Muskeln trennt; denn viele andere Muskeln, die man zu den völlig willkürlichen rechnet, wie die Exspirationsmuskeln beim Husten und Niesen, die Schließmuskels des Auges beim Blinken und im Schlafe, die Bauchmuskeln bei der Geburt u. s. w., gerathen gleichfalls, wenn gleich seltener oder weniger regelmäßig, in unwillkürliche Thätigkeit, und krankhafter Weise können alle willkürlichen Muskeln in unwillkürliche Bewegungen gerathen, welche man bekanntlich Krämpfe nennt. Alle willkürlichen Muskeln können ohne Zuthun des Willens auch durch äußere Einflüsse in Zusammenziehung versetzt werden.

Auch die unwillkürlichen Bewegungen der Muskeln werden, wie die willkürlichen, durch die Nerven veranlaßt, mit dem Unterschiede, daß die fortgepflanzte Bewegung derselben nicht von dem Sitze der Willensthätigkeit im Gehirne, sondern von irgend einer Stelle dieses Leitungsapparates, sei es im Rückenmarke oder an den Bewegungsnerven selbst, ihren Anfang nimmt. Es liegt auch in der Natur der Sache, daß, wenn ähnliche Bewegungen, als die, welche der Wille im Gehirne und mittelst desselben im Rückenmarke und in den Nerven hervorruft, von irgend einem der genannten Orte durch andere Einflüsse, sie mögen von Theilen des Körpers ausgehen oder von außen kommen, erzeugt werden, die Muskeln gleichfalls in Bewegung gerathen müssen.

Man kann auch Bewegungen der Muskeln erzeugen, wenn man die Reize unmittelbar auf die Substanz der Muskeln einwirken läßt, und hat daraus den Schluß gezogen, daß die Muskeln durch unmittelbare Einwirkung auf ihre Fasern, auch ohne Mitwirkung der Nerven, in Thätigkeit

gesetzt werden könnten. Aber alle Agentien, durch welche dieses gelingt, sind gerade dieselben, welche auch Muskelbewegungen veranlassen, wenn sie allein die Nerven der Muskeln treffen. Da nun alle Muskeln mit Nerven versehen sind und die Nerven die ganze Muskelsubstanz durchdringen, und daher in dem vorliegende Falle von jenen Einflüssen mitgetroffen werden, so müssen diese Muskeln schon dadurch in Contraction versetzt werden, auch wenn unmittelbare Einflüsse auf die Muskelfasern diese Wirkung nicht haben. Wir finden daher hierin keinen Grund zu der Annahme, daß die Muskelfasern durch andere Einflüsse, als die durch die Nerven zu ihnen fortgepflanzten Bewegungen zur Zusammenziehung veranlaßt würden. Wenn diese Hypothese daher auch vereinbar mit obiger Thatsache ist, so bedarf sie doch anders woher noch der Beweise. Die Beweise aber, die man bis jetzt zur Unterstützung derselben angeführt hat, sind nicht ausreichend. Der wichtigste unter ihnen ist der von Fontana zuerst gemachte Versuch. Fontana [1]) durchschnitt nämlich die Schenkelnerven bei Fröschen und sah, daß sich dann die Schenkelmuskeln noch nach vielen Tagen zusammenzogen, wenn er sie selbst unmittelbar reizte, es aber nicht thaten, wenn er ihre abgeschnittenen Schenkelnerven reizte. Dasselbe beobachtete er auch bei Lämmern und Ziegen, wo aber der Versuch schwer war und selten gelang. Diesen Versuch hat in der neuesten Zeit Longet wiederholt. Er sagt: »Ein Bewegungsnerv vom Gehirne und Rückenmarke getrennt, verliert vom vierten Tage an alle Excitabilität. Wenn man sein freies Ende oder das seiner Aeste mechanisch, chemisch oder galvanisch reizt, so bleibt die Muskelfaser, zu der er geht, unbewegt; dagegen behält ein Muskel, dessen Nerv nicht mehr excitabel ist, seine Irritabilität länger als zwölf Wochen, und zuckt und zittert, wenn man einen Reiz unmittelbar auf ihn wirken läßt.« Johannes Müller und Sticker [2]) sind dagegen bei ähnlichen Versuchen, die sie an zwei Kaninchen und einem Hunde anstellten, ziemlich zum entgegengesetzten Resultate geführt worden. Sie fanden nämlich, daß nach Durchschneidung des Nerv. ischiadicus nicht bloß das abgetrennte Nervenstück, sondern auch die betheiligten Muskeln selbst zu ihrer Function unfähig wurden und sich nicht mehr verkürzten, und zwar nicht nur bei dem einen Kaninchen, wo die Versuche elf Wochen nach Durchschneidung des Nerven angestellt wurden, sondern auch bei dem anderen Kaninchen schon fünf Wochen nach der Durchschneidung. Nur bei dem Hunde zeigten sich (zehn Wochen nach der Durchschneidung) leise Spuren von Zusammenziehung, wenn die betheiligten Muskeln unmittelbar gereizt wurden, während der Nerv und seine Zweige schon völlig unfähig geworden waren.

Es ist aber in dem Fontana'schen von Longet wiederholten Versuche nicht nachgewiesen, daß, weil die Muskeln sich nicht auf Reizung ihrer Nervenstämme, sondern nur auf unmittelbare Reizung ihrer Substanz zusammenzogen, die Nerven nicht bloß in ihren Stämmen, sondern bis in ihre äußersten Enden zu ihrer Function unfähig gewesen seien. Die Ursache, warum überhaupt in den angegebenen Versuchen die Muskeln und ihre Nerven zu ihren Functionen unfähig wurden, liegt in der unvollkommnen Ernährung dieser Theile. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß alle Theile, wenn sie zu ihren Verrichtungen unbrauchbar gemacht worden sind, unvollkommen ernährt und dadurch auch unfähig werden. Das ist nicht nur bei den Muskeln und Nerven, sondern auch bei den Drüsen der Fall. Die Hoden z. B. und die Speicheldrüsen werden welk und klein, wenn man ihren Ausführungsgang so

[1]) Fontana, a. a. O. S. 74 u. 75. [2]) Müller's Archiv. 1834. S. 202.

durchschneidet, daß er sich nicht wieder herstellen kann, weil dann derselbe obliterirt und die Drüse nicht weiter absondern kann. Ebenso verkümmern auch die Muskeln, wenn sie durch Durchschneidung ihrer Nerven bleibend zu ihrer Verrichtung unbrauchbar gemacht worden sind. J. Reid [1]) durchschnitt bei einem Kaninchen den Nerv. ischiadicus eines Beines, so daß er nicht wieder zusammenheilte. Sieben Wochen nachher tödtete er das Thier und fand, daß die Muskeln des paralytischen Beines 170 Gran, die des gesunden Beines 327 Gran wogen, und daß jene blässer und weicher waren. Ohne genügende Beweise läßt sich aber nicht wohl annehmen, daß die Nervenfasern und die Muskelfasern in der Muskelsubstanz, ungeachtet sie unter völlig gleichen Ernährungsverhältnissen stehen, dennoch zu verschiedenen Zeiten, die Nervenfasern früher, die Muskelfasern später verkümmern sollten; wohl aber läßt sich denken, daß die Nervenstämme und Zweige (außerhalb der Muskelsubstanz), welche ganz andere und weniger zahlreiche Gefäße erhalten, früher verkümmern, während die Endtheile derselben in den Muskeln darin mit den Muskelfasern gleichen Schritt halten und beide zusammen wegen des Gefäßreichthums später verkümmern.

Worin die sogenannten Reize, durch welche äußere Einflüsse die Nerven in Thätigkeit setzen und dadurch Veranlassung zu unwillkürlicher Bewegung der Muskeln werden, bestehen, ist noch nicht bekannt, und wird wohl so lange unbekannt bleiben, bis wir das Agens der Fortpflanzung in den Nerven näher kennen lernen. Die Quetschung eines entblößten Muskels, sie mag durch Kneipen oder durch Stöße entstehen, bringt eine Zusammenziehung desselben hervor; dasselbe geschieht auch, wenn die Muskelnerven außerhalb der Muskeln und in beliebiger Entfernung von denselben gequetscht werden. Merkwürdig aber ist hierbei, daß die Muskeln bei lebenden Menschen und Thieren, so lange sie von der Haut bedeckt sind, beträchtlich gestoßen werden können, ohne in Contraction zu kommen, und daß, wie Fontana bemerkt, ein Nerv oft bis zur Zerreißung und Zermalmung zusammengedrückt werden kann, ohne daß sich der Muskel, zu dem er geht, zusammenzieht, wenn nämlich der Druck auf den Nerven sehr allmälig verstärkt wird. Man könnte hiernach muthmaßen, daß der Druck und Stoß auf den Nerven desto mehr geeignet wäre, eine Zusammenziehung der Muskeln zu veranlassen, je heftiger und plötzlicher er ist. Die Erfahrung scheint dieses aber doch nicht immer zu bestätigen, wenigstens führt Fontana [2]) an, daß er den Nerven mit einem einzigen Hammerschlage auf einem harten elastischen Körper zerquetscht habe, und daß es ihm bisweilen gelungen, dieses auszuführen, ohne daß der Muskel, zu dem der Nerve ging, sich bewegte, wenn sich die Erschütterung nicht zu dem Muskel fortpflanzen konnte.

Nicht so leicht wird eine Contraction der Muskeln hervorgerufen, wenn sie gestochen werden, während bisweilen die leiseste Berührung dazu hinreicht, vielleicht weil die feinen Nervenfäden der Nadelspitze ausweichen, oder wenn auch ein solcher getroffen wird, die Wirkung nur so äußerst local ist, daß sie dem Auge entgeht. Es entsteht dagegen eine Zusammenziehung, wenn man nicht den Muskel, sondern dessen Nervenstamm oder Ast sticht, weil hier die Fäden nicht so leicht ausweichen können und in größerer Anzahl getroffen werden.

---

[1]) J. Reid in Edinb. Monthly Journ. of med. sc. 1841. p. 320. u. Froriep, Notiz. 1842 Jan. S. 337.

[2]) Fontana, Beobachtungen und Versuche rc. §. 68.

Der Muskel zieht sich ferner zusammen, wenn man seinen Nerven mit der Scheere zerschneidet. Es gelingt dagegen bisweilen, wie Fontana gefunden hat, den Nerven mit einem äußerst scharfen Messer schnell zu durchschneiden, ohne daß dadurch eine Contraction erfolgt [1]).

Wenn die Thiere sich verbluten, entstehen sehr allgemeine Krämpfe. Spritzt man Wasser in die Adern eines Kaninchens oder eines andern lebenden Säugethieres, so entsteht ein allgemeines Zittern der Muskelbündel des ganzen Körpers, unstreitig weil das durch die Haargefäße der Muskeln ausschwitzende Wasser mit den Bündeln derselben in Berührung kommt. Ein Zittern erregt auch die Einwirkung von Kochsalz, das man unaufgelös't oder aufgelös't mit den Muskeln in Berührung bringt.

Man kann auch durch Eis oder heiße Körper, durch Säuren oder Alkalien Zusammenziehungen der Muskeln bewirken, wenn man die Muskeln oder ihre Nerven mit denselben berührt. Wenn aber durch chemische, auf die Muskeln unmittelbar wirkende Einflüsse eine sehr allmälige Zusammenziehung der Muskeln entsteht, wenn dieser Zusammenziehung kein Nachlaß folgt, wenn endlich die Zusammenziehung noch zu einer Zeit hervorgerufen werden kann, wo die Muskeln für andere Einflüsse, selbst für die, welche am kräftigsten wirken, erstorben sind, so ist sehr zu fürchten, daß diese Zusammenziehung nicht die Wirkung der lebendigen Thätigkeit der Muskeln, sondern die einer chemischen Veränderung derselben sei.

Das kräftigste von allen Mitteln, welche die Muskeln in Thätigkeit setzen, ist die Elektricität, besonders in der Form des galvanischen Stromes angewandt.

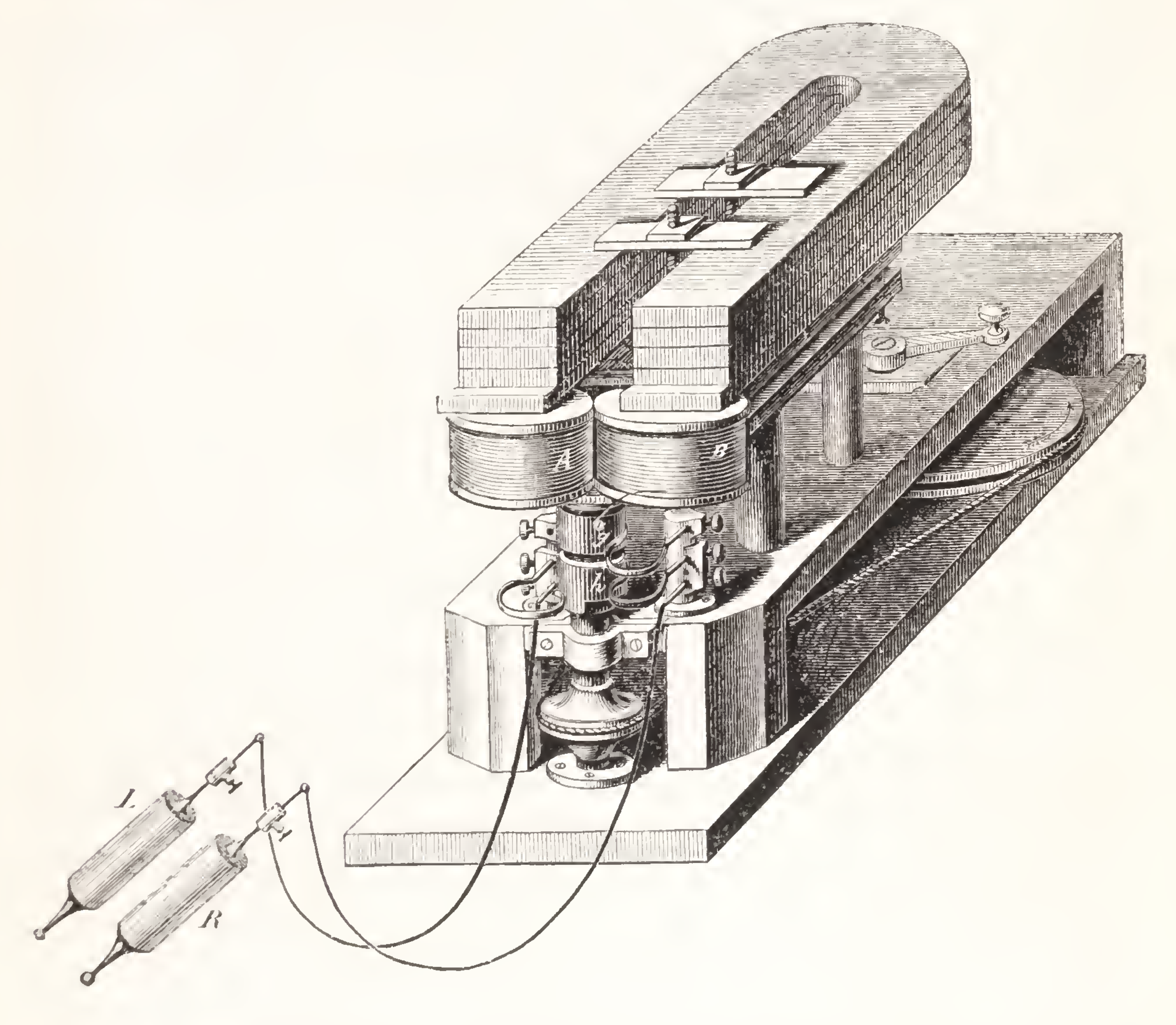
Es liegt am Tage, daß die Fähigkeit, die Muskeln durch äußere Einflüsse auf das Nervensystem nach Belieben in Bewegung setzen zu können, seitdem man sie kennen gelernt hat, das Haupthülfsmittel werden mußte, die Muskelbewegungen selbst und die Functionen, welche die Nerven bei denselben haben, näher kennen zu lernen. Indessen zeichneten sich bis jetzt alle durch äußere Einwirkungen erzeugten Muskelbewegungen dadurch von den natürlichen aus, daß ihre Dauer nur momentan war, während durch den Willen längere Zeit anhaltende Contractionen bewirkt werden können. Trotz der Anwendung der verschiedensten Reize und der mannichfachsten Methoden, sie auf die Nerven und Muskeln einwirken zu lassen, hat es bis jetzt nicht gelingen wollen, mehr als eine momentane, wenn auch noch so heftige Zuckung dadurch zu erzeugen und dieselbe sich wiederholen zu lassen. Selbst der Strom der galvanischen Säule, das kräftigste Erregungsmittel für Muskelbewegungen, erzeugt, ungeachtet seiner Fortdauer nur eine momentan vorübergehende Zusammenziehung beim Schlusse der Kette, und eine zweite bei Wiedereröffnung derselben. Während des Zeitraumes aber, wo der Strom durch den Muskel oder durch seinen Nerven hindurchgeht, verhält sich der Muskel ebenso unthätig, als ob der Strom gar nicht einwirke, wenn nicht etwa sehr heftige Stromänderungen eintreten, die zumal bei starken Säulen ähnliche Zuckungen, wie beim Oeffnen und Schließen der Kette erzeugen können. Es schien sonach ein wesentlicher Unterschied zwischen den natürlichen und künstlich erzeugten Muskelbewegungen zu bestehen, der es zweifelhaft machte, ob man die Entstehungsweise beider wirklich als völlig gleichartig betrachten dürfe, wenn auch in anderer Hinsicht eine große Aehnlichkeit in ihrer Wirkung nicht zu verkennen war.

Es ist mir aber jetzt gelungen, auch durch äußere Einwirkungen längere

---

[1]) Fontana, a. a. O. §. 68.

Zeit dauernde Muskelzusammenziehungen zu erzeugen, und zwar in gleicher Vollkommenheit, als wir sie auf natürlichem Wege durch den Einfluß des Willens oder im Starrkrampfe entstehen sehen. Wenn man die galvanischen Stöße, die man einem Muskel oder dessen Nerven mitgetheilt, so rasch auf einander folgen läßt, daß die dadurch erregten Muskelzusammenziehungen trotz ihrer kurzen Dauer sich so vollkommen an einander anschließen, daß die nachfolgende schon beginnt, ehe die vorhergehende aufgehört hat, so wird die Zusammenziehung der Muskeln anhaltend und so vollkommen stetig, daß nicht einmal mit dem Mikroskope Bewegungen und Erzitterungen einzelner Muskelfasern während ihrer Dauer wahrgenommen werden können. Man erreicht diesen Zweck z. B. durch einen galvanischen Strom, der unaufhörlich vorübergehend unterbrochen wird, wie es z. B. beim Neef'schen Blitzrade der Fall ist. Am vollkommensten aber leistet das Gewünschte, wie ich gefunden habe, der magnetogalvanische Rotationsapparat (siehe d. Figur). Bekanntlich erzeugt



derselbe keinen gleichartigen und constanten galvanischen Strom, denn der Strom, der durch die Drehung der Inductoren *A* und *B* vor dem Magneten in dessen Drahtleitung entsteht, ist nur während kurzer Zeit einer halben Umdrehung gleichartig, z. B. positiv, und seine Intensität nimmt selbst in dieser kurzen Zeit von Null an zu und bis Null wieder ab, und macht dann einem anderen Strome von entgegengesetzter Richtung (einem negativen Strome) Platz, und so fort. Diese abwechselnden entgegengesetzten Ströme werden nun zwar durch die Leitungsdrähte, *L* und *R*, mittelst der Einrichtung der Commutation *g*, *h*, die auf verschiedene Weise ausgeführt sein kann, stets in gleicher Richtung hindurchgeführt, wodurch zwar in denselben ein gleich-

artiger (z. B. stets positiver Strom), aber nicht ein seiner Intensität nach constanter Strom hergestellt wird; vielmehr variirt die Intensität des Stromes bei jeder halben Umdrehung zwischen Null und einem bestimmten Maximum. Gerade aber diese sich äußerst schnell folgenden Unterbrechungen sind es, die den Strom des Rotationsapparates für unsere Zwecke so brauchbar machen, dessen starke Einwirkung auf den thierischen Körper aus demselben Grunde auch dem ärztlichen Publicum in praktisch-medicinischer Hinsicht schon seit längerer Zeit bekannt ist. Zu dem Zwecke dieser Versuche ist es daher sogar vortheilhaft, durch eine veränderte Stellung des Commutators statt der Erhaltung eines gleichartigen Stromes (wozu derselbe gewöhnlich dient) eine kurze Unterbrechung des Stromes in denjenigen Augenblicken, wo der Strom am intensivsten ist, zu bewirken.

Aber auch durch andere, als galvanische Hülfsmittel, z. B. durch mechanische Reize, kann man fortdauernde Contractionen der Muskeln erregen, wenn man nur die Zuckungen erregenden Einwirkungen rasch genug auf einander folgen läßt. So habe ich z. B. gefunden, daß, wenn man einen Muskel in die Schlinge eines Fadens bringt und ihn langsam und allmälig, aber ununterbrochen fester und fester zusammenschnürt, der Muskel, so lange der durch das Schnüren erzeugte Druck zunimmt, in stetig fortdauernden oder tonischen Krampf versetzt wird, woraus also hervorgeht, daß die Entstehung eines tonischen Krampfes keine specifische Wirkung des galvanischen Stromes des Rotationsapparates ist.

Die Thatsache, daß schnell sich folgende Zuckungen sich zu einer anhaltenden und stetigen Contraction vereinen, und letztere sogar nur auf diesem Wege hervorgebracht werden kann, läßt vermuthen, daß auch die anhaltenden Contractionen, welche durch Willenseinfluß vom Gehirne ausgehen, auf ähnliche Weise, d. h. nicht durch eine stetige, sondern stoßweise Einwirkung auf die Nervenursprünge im Gehirne und Rückenmarke zu Stande kommen. Wir bemerken daher auch, daß, wenn die Thätigkeit des Gehirnes und Rückenmarkes durch Lähmung, Alter oder auch bloß durch Ermüdung geschwächt ist, die Muskelzusammenziehungen ebenso unvollkommen stetig und daher zitternd werden, wie wenn man den Rotationsapparat zu langsam umdreht und daher die Stöße sich nicht häufig genug folgen läßt.

Abgesehen von dem Interesse, welches die Thatsache, daß vollkommen stetig anhaltende Muskelcontractionen auch durch äußere Einflüsse, wie durch den Willen erzeugt werden können, an sich hat, gewinnen wir durch dieselbe auch ein neues treffliches Hülfsmittel zur Untersuchung der Muskelbewegungen, sowohl der Functionen, welche Gehirn, Rückenmark und Nerven dabei übernehmen, als auch der Erscheinungen an den sich bewegenden Muskelfasern selbst, welche bei der momentanen Dauer der Zuckungen, die man bis jetzt allein zu erzeugen vermochte, nicht genügend beobachtet werden konnten. Sie ist daher auch die Hauptgrundlage der nachfolgenden Untersuchungen geworden.

Bewegungen animalischer Muskeln durch Reizung der Nerven.

Wir wollen jetzt die verschiedenen Erfolge beobachten, welche sich in den Muskelbewegungen zeigen, je nachdem die Muskelnerven oder das Rückenmark und Gehirn, oder endlich die Empfindungsnerven durch äußere reizende Einflüsse in Thätigkeit gesetzt werden, und werden uns dazu vorzugsweise des Stromes des Rotationsapparates bedienen, weil die aus der Abänderung des Ortes der Reizung entspringenden Modificationen der Muskelbewegungen

besonders die Dauer derselben treffen und daher nur beobachtet werden können, wenn die betreffenden Nervenorgane, wie durch den Rotationsapparat, längere Zeit in unterbrochene Thätigkeit gesetzt werden.

Die Anwendung überhaupt jedes galvanischen Stromes zu solchen Zwecken fordert, wenn man Täuschungen entgehen will, einige Vorsichtsmaßregeln, deren Vernachlässigung dieses Hülfsmittel hier und da bei Nervenuntersuchungen in Mißcredit gebracht hat. Bringt man nämlich die Enden der galvanischen Drähte in weiterer Entfernung von einander an das Präparat, z. B. das eine Ende an den Nervenstamm, das andere an den Muskel, so wird der Strom, weil die Nerven für galvanische Ströme keine isolirte und zugleich sehr unvollkommene Leiter [1]) sind, in den Nerven nicht zusammengehalten, und geht im allerweitesten Umfange durch die feuchte Substanz des Körpers von einem Pole zum andern, so daß dadurch noch ganz andere Nerven und folglich auch noch ganz andere Muskeln in Thätigkeit gesetzt werden.

Selbst bei größerer Nähe der Enden geschieht diese Ausbreitung in dem unvollkommen leitenden Körper in einer Weise, wie man gar nicht vermuthen sollte. Als ich z. B. die Drähte des Rotationsapparates diesseits und jenseits des Oberschenkels eines Frosches oberhalb des Knices angelegt hatte, so erreichte der Strom noch das Rückenmark, so daß, ungeachtet der Nerv. ischiadicus der betheiligten Seite durchschnitten war, dennoch allgemeine Krämpfe des ganzen Körpers entstanden. Es ist aus diesem Grunde dringend nothwendig, wo daran gelegen ist, den Strom nur ganz local, z. B. auf das Gehirn, auf das Rückenmark oder auf einzelne Nervenäste isolirt einwirken zu lassen, die Enden der Leitungsdrähte einander möglichst nahe zu bringen, so daß sie wenigstens nicht über ein halbes Millimeter von einander abstehen. Um sie aber sicher in einer und derselben Lage zu erhalten, ist es zweckmäßig, sie in voraus durch Siegellack an einander zu befestigen.

Reizt man den Stamm eines Nerven, der sich zu Muskeln verbreitet, er mag vom Rückenmarke getrennt sein oder nicht, so gerathen die sämmtlichen Muskeln, deren Nerven von diesem Stamme unterhalb der afficirten Stelle abgehen, in Zuckung, während die Muskeln, deren Nerven oberhalb derselben von ihm abgehen, unbewegt bleiben. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, daß die zu einem Stamme hinzutretenden motorischen Nervenfäden nach dem Rückenmarke hin fortlaufen, ohne irgend mit den benachbarten Nervenfäden in Verbindung zu treten, und daß also die Affection eines Nervenstammes an irgend einer Stelle zwar alle unterhalb von ihm abgehenden Nervenfäden trifft, aber nicht die, welche oberhalb derselben von ihm abgegangen sind. Es folgt aber zugleich daraus, daß die in den Nerven fortgepflanzten Bewegungen in den einzelnen Fäden derselben so isolirt sind, daß sie sich keinem der anliegenden Fäden mittheilen können. Gebraucht man statt des gewöhnlichen galvanischen Stromes den unterbrochenen eines magnetogalvanischen Rotationsapparates, so ist die Contraction der Muskeln eine stetig fortdauernde. Läßt man den Rotationsapparat fortwährend und ununterbrochen einwirken, so dauert auch der tonische Krampf ununterbrochen fort bis zur völligen

[1]) Die feuchte thierische Substanz überhaupt, von der die Nervensubstanz in dieser Hinsicht keine wahrnehmbare Verschiedenheit zeigt, leitet nach genauen von mir ausgeführten Messungen den galvanischen Strom nur wegen ihres Salzgehaltes und ihrer höheren Temperatur zehn- bis zwanzigmal besser, als destillirtes Wasser, d. h. 380millionenmal schlechter, als Kupfer. Siehe Ed. Weber, Quaestiones physiolog. de phaenom. galvano-magnetic. in corp. hum. observ. Lips. 1836.

Erschöpfung der Muskeln oder ihrer Nerven. Bricht man dagegen den Strom ab, so ist auch der Krampf in demselben Momente verschwunden. Die in den Nerven fortgepflanzte Bewegung dauert daher in den Nerven nur so lange fort, als sie durch die äußeren Einflüsse in ihnen angeregt wird. So wenig sie aber selbstständig in den Nerven allein entstehen kann, ebenso wenig kann sie selbstständig in denselben fortdauern, so daß man sie in dieser Beziehung mit einem Wellenzuge oder einer fortschreitenden Schwingung vergleichen kann, von welcher dasselbe gilt. Den gleichen Erfolg hat es, wenn man den Strom, statt auf den Nervenstamm eines Muskels, auf den Muskel selber einwirken läßt.

Bewegungen der animalischen Muskeln durch Reizung des Rückenmarkes und Gehirnes.

Läßt man den Strom des Rotationsapparates auf das Rückenmark einwirken, indem man mit den beiden Drahtenden das obere und untere Ende desselben berührt, oder beide Drahtenden zu beiden Seiten seines oberen Endes allein anlegt, so ist der entstehende Starrkrampf ein ganz allgemeiner. Alle Muskeln des Rumpfes und aller Extremitäten werden von ihm ergriffen, natürlich, weil alle ihre Nerven vom Rückenmarke ausgehen. Es verhält sich das Rückenmark daher in dieser Hinsicht, wie der gemeinschaftliche Stamm aller dieser Bewegungsnerven. Wirklich ist das Rückenmark auch von Vielen nur als die Summe der vom Gehirne zum Rumpfe und zu den Extremitäten gehenden Nerven angesehen worden. Das Rückenmark unterscheidet sich aber durch andere Erscheinungen seiner Thätigkeit gänzlich von einem bloßen Nervenstamme.

Ein solcher wesentlicher Unterschied stellt sich heraus, wenn man die beiden Leitungsdrähte nicht an das obere, sondern an das untere Ende des Rückenmarkes bringt. Wäre das Rückenmark als gemeinsamer Stamm der Bewegungsnerven zu betrachten, so würden jetzt nur diejenigen Muskeln in Starrkrampf gerathen können, deren Nerven von diesem Ende selber oder so dicht darüber abgehen, daß der galvanische Strom sie selber noch trifft. Es ergiebt sich aber, daß nicht nur die unteren Extremitäten, sondern auch die Rumpfmuskeln und selbst die oberen Extremitäten in Starrkrampf versetzt werden, gerade so, wie wenn man das obere Ende afficirt. Daß der Starrkrampf der oberen Theile in diesem Falle wirklich vom Rückenmarke ausgehe und nicht durch unmittelbare Einwirkung des Stromes auf die Nervenwurzeln der oberen Extremitäten entstehe, wird dadurch erwiesen, daß, wenn man einen einfachen Schnitt durch das Rückenmark macht und die Schnittflächen wieder in vollkommene Berührung bringt, die oberen Theile am Starrkrampfe keinen Theil nehmen, ungeachtet die Stromausbreitung noch dieselbe ist. Wir sehen also hieraus, daß bei einer Affection des Rückenmarkes an irgend einer Stelle desselben nicht bloß, wie bei einem Nervenstamme, die Muskeln der unterhalb abgehenden Nerven, sondern auch die der oberhalb abgehenden Nerven vom Starrkrampfe ergriffen werden, so daß man entweder annehmen muß, daß die Nerven bei ihrem Eintritte in's Rückenmark entweder ihre Eigenschaft als isolirte Leiter, die sie in ihrem ganzen Verlaufe haben, ablegen, oder daß sie bereits im Rückenmark ihr Ende erreichen, und durch andere Nerveneinrichtungen unter einander in Verbindung gesetzt sind. Noch wesentlicher unterscheidet sich das Rückenmark von einem Nervenstamme durch eine Erscheinung, welche auf eine selbstständige Thätigkeit des Rückenmarkes schließen

läßt, die, wie wir gesehen haben, den Nerven gänzlich abgeht. Während nämlich der durch den Rotationsapparat von den Nerven aus erzeugte Starrkrampf, wie ich gezeigt habe, sogleich verschwindet, sobald man den Strom unterbricht, dauert dagegen der Starrkrampf, der durch Einwirkung des Rotationsapparates auf das Rückenmark erzeugt worden ist, auch nach der Unterbrechung des Stromes noch längere Zeit fort. Dieser Versuch gelingt besonders vollkommen bei ganz frischen lebenskräftigen Fröschen. Der Krampf dauert hier sehr lange fort; mitunter wohl eine halbe Minute nach der Unterbrechung und darüber; auch läßt sich der Versuch hier zum zweiten und dritten Male und bisweilen noch öfters wiederholen, wobei aber die Dauer der Nachwirkung immer kürzer und kürzer wird, bis sie zuletzt gänzlich verschwindet. Bei matten Fröschen, welche sich längere Zeit in der Gefangenschaft befunden haben, ist die Nachwirkung von kürzerer Dauer und kann dann auch meist nicht erneuert werden, ungeachtet die Muskeln noch lange während des Stromes in Starrkrampf gerathen. Ja es sind mir unter solchen abgematteten Fröschen Individuen vorgekommen, wo mir der Versuch auch schon das erste Mal nicht glücken wollte.

Diese Thatsache beweis't, daß das Rückenmark, auch nachdem der Strom schon aufgehört hat, eine Zeitlang fort Bewegungen von sich ausgehen läßt, welche längs der Nerven zu den Muskeln hin fortgepflanzt werden, und daß folglich das Rückenmark nicht bloß aus den passiven Leitern des Nerven besteht, sondern daß es Apparate enthalten müsse, von welchen diese Bewegungen selbstständig ausgehen können, wenn auch Veranlassungen nothwendig sind, damit diese Apparate wirklich in Thätigkeit treten.

Aehnliche Einwirkungen wie die des galvanischen Stromes des Rotationsapparates, werden auch durch den Reiz des Strychnins auf das Rückenmark ausgeübt; denn werden Frösche oder andere Thiere damit vergiftet, so entsteht, wie durch den Strom des Rotationsapparates, allgemeiner Starrkrampf. Ungeachtet aber das Strychnin durch das Blutgefäßsystem zu allen Theilen des Nervensystemes verbreitet wird, so ist doch jener Starrkrampf zunächst nur die Wirkung seines Einflusses auf das Rückenmark, nicht auf die anderen Theile des Nervensystemes; denn das Gehirn kann man entfernen, ohne daß der Starrkrampf aufhört. Trennt man aber die Nerven eines Gliedes vom Rückenmarke vor der Vergiftung oder während des Starrkrampfes, so nimmt dieses Glied entweder an dem Starrkrampfe keinen Theil oder wird von demselben verlassen, im Augenblicke, wo die Nerven durchschnitten worden, weil das Gift, ungeachtet es die Nerven wie das Rückenmark imprägnirt, jenen Erfolg nicht durch unmittelbare Einwirkung auf die Nervenstämme selbst erzeugen kann. Der Starrkrampf entsteht daher nicht dadurch, daß das Gift durch seinen Reiz die motorischen Nervenleitungen selbst in Bewegung setzt, sondern dadurch, daß es die Theile des Rückenmarkes zur Thätigkeit veranlaßt, von denen die in den Nerven fortgepflanzten Bewegungen ausgehen.

Das Gehirn enthält, wenn man von dem Rückenmarke ausgeht, zunächst den obersten Theil der motorischen Apparate. Dieser Theil des Gehirns, von dem die motorischen Nerven des Kopfes ihren Ursprung nehmen, verhält sich daher in vieler Beziehung ganz analog dem Rückenmarke. Nur steht derselbe mit den eigentlichen Hirntheilen, welche der Sitz der sensoriellen Thätigkeit sind und von denen aus der Wille die Bewegungen leitet, in weit engerem Zusammenhange, als das übrige Rückenmark, so daß man anatomisch die Grenze beider nicht nachweisen kann. Dieser Kopftheil des Rückenmarkes, wenn wir ihn so nennen wollen, unterscheidet sich aber von dem übrigen

Rückenmarke auch dadurch, daß während die motorischen Apparate des letzteren einer vorausgegangenen Veranlassung von außen bedürfen, um ihre Thätigkeit zu beginnen und dann eine Zeitlang selbstständig zu unterhalten, von jenem die rhythmischen Bewegungen des Athmens ausgehen und unterhalten werden, ohne, wie es scheint, einer solchen Veranlassung zu bedürfen. Indessen hat Volkmann, wie schon erwähnt wurde, eine ähnliche Function auch von Theilen des Rückenmarkes hinsichtlich der Lymphherzen bei Fröschen nachgewiesen. Beim Menschen scheint diese Function dem eigentlichen Rückenmarke abzugehen, wenn man nicht die ununterbrochene Thätigkeit mancher Sphinctern, z. B. des Sphincter ani und vesicae urinariae, aus einer solchen Quelle ableiten will, was aber erst näher zu untersuchen und zu beweisen sein würde.

Läßt man den Rotationsapparat auf das Gehirn des Frosches einwirken, so fallen die dadurch bewirkten Muskelbewegungen nicht allein anders aus, als wenn das Rückenmark afficirt wird, sondern auch verschieden, je nachdem man den einen oder andern Theil des Gehirns afficirt. Berührt man mit den äußerst genäherten Enden der Leitungsdrähte das große Gehirn des Frosches, so treten, wie schon ältere Erfahrungen lehren, gar keine Bewegungen ein, wohl aber, wenn man die Vierhügel berührt. Aber die Muskeln gerathen nicht in jenen starren tonischen Krampf, den man bei unmittelbarer Reizung des Rückenmarkes beobachtet, sondern es findet ein fortwährender Wechsel der Bewegungen Statt, die bald den Charakter zweckmäßiger Anordnungen, bald das Ansehen unregelmäßiger klonischer Krämpfe vor sich hertragen. Diese so durch Reizung des Gehirns erzeugten Muskelbewegungen haben bei anderen Verschiedenheiten manche Aehnlichkeit mit den gleich zu erwähnenden Reflexbewegungen, die auch das Gepräge zweckmäßiger Anordnung haben und bei denen auch die einzelnen Bewegungen nur von vorübergehender Dauer sind. Die Aehnlichkeit der Form beiderlei Muskelbewegungen läßt auch Aehnlichkeit ihrer Entstehungsweise vermuthen, daß nämlich die motorischen Nerven auf ähnliche Weise, wie bei den Reflexbewegungen mittelst der Empfindungsnerven, so auch vom Gehirne aus durch Vermittelung einer zweiten Nervenleitung in Bewegung gesetzt werden. Noch andere Gründe für diese Ansicht sollen weiter unten angeführt werden.

Die verschiedene Form der durch Reizung des Gehirnes und des Rückenmarkes entstehenden Muskelbewegungen kann vielleicht noch dienen, die Quelle der verschiedenen Formen der Krämpfe, der tonischen und klonischen, näher zu bestimmen. Es scheint nämlich nach den mitgetheilten Versuchen sehr wahrscheinlich, daß die tonischen Krämpfe, wie Trismus und Tetanus, die Wirkung unmittelbarer Störungen der Functionen des Rückenmarkes seien, die klonischen Krämpfe dagegen von Störungen der Functionen eigentlicher Hirntheile abhängen. — Bringt man die Drähte noch weiter hinterwärts an die Medulla oblongata des Gehirnes, so entstehen tetanische Krämpfe, gerade wie bei Berührung des Rückenmarkes mit den Drähten.

Bewegungen der animalischen Muskeln durch Reizung der Empfindungsnerven.

Man sieht auch Muskelbewegungen durch äußere Einflüsse entstehen, ohne daß sie motorische Nerven oder die Centralorgane des Nervensystemes unmittelbar treffen, wenn sie auf empfindende Theile und deren Nerven einwirken. Die Empfindungsnerven nämlich pflanzen, wenn sie so in Thätigkeit gesetzt werden, Bewegungen nach ihren Ursprüngen im Rückenmarke und Ge-

hirne fort, wo sie mit den motorischen Apparaten dieser Centraltheile in Verbindung stehen mögen, so daß sie dieselben in Thätigkeit bringen, ohne daß der Wille dabei zu concurriren braucht. Sehr viele der natürlich vorkommenden unwillkürlichen Bewegungen sind dieses Ursprunges, z. B. das Blinken der Augen auf Gesichtseindrücke, das Niesen auf Reizung der Schleimhaut der Nase, das Husten auf Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes, das Brechen auf Reizung des Gaumens. Auf ähnliche Weise veranlassen auch Reizungen der äußeren Haut solche Muskelbewegungen, besonders wo der Wille es nicht hindert. Ein sehr auffallendes Beispiel geben in dieser Hinsicht die Cremasteren, welche bei kleinen Knaben sich zusammenziehen, wenn man an die innere Fläche des Oberschenkels klopft, so daß die Hoden auf- und niedersteigen.

M. Hall hat die so entstehenden Muskelbewegungen Reflexbewegungen genannt. Doch ist die Kenntniß dieser Thatsache und selbst der Name viel älter. Schon lange vorher hat Prochaska diese Art von Fortleitung von Eindrücken von den Empfindungsnerven durch das Rückenmark oder Gehirn hindurch zu den Bewegungsnerven und zu den Muskeln als eine reflexio impressionum sensoriarum in motorias bezeichnet [1]). Die Thatsache selbst ist noch älter und wurde sonst mit dem Namen »Nervensympathie« bezeichnet, die nach Haller und vielen Anderen nur durch den im Gehirne und Rückenmarke zwischen den Nerven stattfindenden Zusammenhang vermittelt wird. Die Behauptung Marshall Hall's, daß nur das Rückenmark, nicht das Gehirn Reflexbewegung vermitteln könne, ist nur dann richtig, wenn man die Theile des Gehirns, die dieses thun, d. h. diejenigen Theile, von denen die Nerven entspringen, zum Rückenmarke rechnet, denn gerade die Reflexbewegung, die die Physiologen seit langer Zeit am sichersten kennen, wird durch den Sehnerven und seine Ursprünge im Gehirne vermittelt. Schon im Jahre 1760 entdeckte ein gewisser Müller [2]), daß die Iris sich nicht zusammenziehe, wenn man auf sie durch eine Linse concentrirtes Licht fallen lasse, ohne daß dasselbe durch die Pupille zur Nervenhaut gelange, daß die Pupille sich aber sogleich verenge, wenn die Nervenhaut vom Lichte getroffen werde, und Fontana bestätigt diese neuerlich auch von meinem Bruder wiederholte Beobachtung; auch die bekannte Erfahrung, daß sich die Pupille des andern Auges erweitere, wenn man im Hellen das eine Auge mit der Hand bedecke, und umgekehrt, daß sie sich wieder bei der Entfernung der Hand verenge, hat man immer zu den Argumenten gezählt, daß es Sympathien gebe, die durch den Zusammenhang der Empfindungs- und Bewegungsnerven im Gehirne vermittelt würden, da ein anderer Zusammenhang zwischen den beiden Augen, der diese Erscheinung erklären könnte, nicht existirt.

[1]) G. Prochaska, Adnotationum academicarum Fascic. III. Pragae 1784. 8. p. 114. 116. 118. »Impressiones externae, quae in nervos sensorios fiunt, per totam eorum longitudinem celerrime ad originem usque propagantur, quo ubi pervenerunt, reflectuntur certa lege et in certos ac correspondentes nervos motorios transeunt per quos iterum celerrime usque ad musculos propagatae motus certos ac determinatos excitant. Das Centrum des Nervensystemes, wo diese Reflexion geschieht, nennt er sensorium commune, und fügt hinzu: Impressionum sensoriarum in motorias reflexio, quae in sensorio communi fit, non peragitur juxta solas leges physicas ubi angulus reflexionis aequalis est angulo incidentiae et ubi, quanta fit actio tanta reactio, sed peculiares leges a natura in pulpam medullarem sensorii quasi scriptas sequitur.

[2]) Müller, De irritabilitae iridis hineque pupillae motu pendente. Basiliae 1760. 4. Vd. Weber, Comm. de initiis et progressibus irritabilitatis. Hala 1782. 8. p. 92.

Neuerlich ist der Weg, den der Eindruck unter diesen Umständen nimmt, Schritt für Schritt von Flourens und Mayow durch Experimente von der Nervenhaut zum Sehnerven, von dem Sehnerven zu den Vierhügeln, von diesen zu dem Nervus oculomotorius der andern Seite und von diesem zur Iris des andern Auges verfolgt worden. Völlig unbewiesen ist Hall's Annahme besonderer, von den Empfindungsnerven verschiedener Incidenznerven und von den motorischen Nerven zu unterscheidender Reflexnerven. Hall und Joh. Müller, die das Verdienst haben, durch ihre Untersuchungen das Interesse der neueren Physiologen auf diesen wichtigen Gegenstand gerichtet zu haben, verdankt man auch die interessante Wahrnehmung, daß bei geköpften oder durch narkotische Gifte betäubten Fröschen viele Reflexbewegungen leichter erregt werden können, als an gesunden, was darauf hinzuweisen scheint, daß der Wille die Entstehung vieler Reflexbewegungen hindere. Indessen werden doch auch wohl manche Reflexbewegungen vom Willen unterstützt, z. B. die des Niesens, des Brechens und Hustens, die wir durch die Mitwirkung unsers Willens befördern, aber auch im gewissen Grade aufhalten und hemmen können, und die, so viel ich weiß, nach der Zerstörung des großen Gehirns, wenn die Medulla oblongata unverletzt erhalten wird, nicht mehr durch die bekannten Reizungen der Nasenschleimhaut, des Rachens und des Kehlkopfes hervorgerufen werden.

Da die Reflexbewegungen dadurch entstehen, daß das Rückenmark durch Bewegungen, die durch Empfindungsnerven zu ihm fortgepflanzt werden, in Thätigkeit geräth und dadurch die motorischen Nerven in Bewegung setzt, so folgt, daß, wenn sie stattfinden sollen, das Continuum der Nervenleitung von der gereizten Stelle bis zu den bewegten Muskeln nirgends unterbrochen sein dürfe, oder daß die betheiligten Empfindungs- und Bewegungsnerven sowohl, als das sie verbindende Rückenmarkstück unverletzt sein müssen. Es ist dieses durch zahlreiche Versuche vollständig nachgewiesen, die wir hier übergehen können. Wichtig aber ist, daß keine Reflexbewegungen durch Einwirkung der Empfindungsnerven auf die motorischen Spinalnerven außerhalb des Rückenmarkes vorkommen, ungeachtet die motorischen Nerven, wie wir wissen, durch äußere Einflüsse an jeder Stelle in Bewegung gesetzt werden können. Weil sonach alle Einwirkungen der Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven den Umweg durch das Rückenmark und das Gehirn nehmen, kann man schließen, daß zu dieser Wechselwirkung der Nervenfäden besondere Einrichtungen nothwendig sind, die hinsichtlich der Spinalnerven sich nur in dem Rückenmarke und dessen Fortsetzung im Gehirne finden. Es bedarf aber zur Entstehung von Reflexbewegungen nicht des ganzen unverletzten Rückenmarkes, sondern nur eines sehr kleinen Stückes desselben zunächst der Stelle, wo die betheiligten Empfindungs- und Bewegungsnerven in dasselbe eintreten.

Da wir gesehen haben, daß der Unterschied des Erfolges, den es hat, wenn man die äußeren Reize auf verschiedenartige Theile des Nervensystemes, auf die motorischen Nerven, das Rückenmark oder Gehirn, einwirken läßt, in den erzeugten Muskelbewegungen eigentlich erst recht sichtbar wird, wenn man Reizmittel anwendet, die, wie der Strom des Rotationsapparates, diese Theile des Nervensystems ununterbrochen fort in Thätigkeit setzen; so war es von Interesse auch zu versuchen, wie sich die Reflexbewegungen verhalten würden, wenn man auf gleiche Weise die Empfindungsnerven oder empfindende Theile längere Zeit fort durch den Rotationsapparat reizte.

Bei diesen Versuchen, wo man den Strom auf eine größere Fläche empfindender Theile einwirken lassen muß, kommt Alles darauf an, völlig sicher

zu sein, daß der gebrauchte Strom nicht selber das Rückenmark erreicht. Ich nahm daher bei einem Frosche, den ich geköpft hatte, den ganzen Oberschenkel so weg, daß der Unterschenkel nur durch den unverletzten Nerv. ischiadicus noch zusammenhing, wobei aber dieser Nerv gar nicht gedehnt werden darf. Nachdem der Unterschenkel sowohl, als der übrige Körper, um die galvanische Verbindung derselben durch den feuchten Tisch zu vermeiden, auf Glasplatten gelegt worden war, wurde der Unterschenkel an entgegengesetzten Seiten mit zwei Streifen Zinnfolie, ohne daß diese einander berührten, bedeckt, und mit denselben die Enden der beiden Leitungsdrähte des Rotationsapparates in Verbindung gebracht. Ließ man so den Strom durch den Unterschenkel hindurchgehen, so gerieth der geköpfte Frosch, der nach dem Köpfen ohne äußere Anregung bewegungslos dalag, ungeachtet er mit dem Unterschenkel nur durch den Nerv. ischiadicus zusammenhing, in Bewegung, indem er namentlich Anstrengungen zum Fortspringen machte und wirklich fortsprang, wenn man dem nicht schon im Voraus vorgebeugt hatte. Abgesehen von der zweckmäßigen Ordnung und Reihenfolge, in welcher viele Muskeln hierbei sich zusammenzogen und zu einer bestimmten Bewegung des Körpers zusammenwirkten, war bei diesen Versuchen bemerkenswerth, daß die Bewegungen nicht, wie wenn man das Rückenmark und die Nerven unmittelbar reizt, in demselben Augenblicke eintraten, in dem der galvanische Strom begann, sondern, daß ungeachtet der kräftigen Wirkung des Apparates, immer eine namhafte Zeit verging, ehe die Bewegungen erfolgten; daß ferner, ungeachtet die Einwirkung des Rotationsapparates ununterbrochen fortdauerte, die Muskeln nicht allein nicht in tonischen Krampf geriethen, sondern ihre Bewegungen vorübergingen, Pausen zwischen sich ließen, und wiederkamen, als ob das Thier wirkliche Anstrengungen machte; daß endlich auch nicht immer dieselben Muskeln in Bewegung geriethen. Man kann übrigens denselben Versuch an demselben Präparate nur kurze Zeit fortsetzen, weil die Einwirkung auf die Muskeln sehr bald aufhört, während man mit denselben Muskeln darnach noch sehr zahlreiche Contractionsversuche anstellen konnte, wenn man das Rückenmark oder die Bewegungsnerven selbst reizt. Es scheint daher, daß die Empfindungsnerven viel rascher zu ihrer Function unfähig werden, als die Bewegungsnerven.

Die aus den eben mitgetheilten Beobachtungen über den Nervenmechanismus der animalischen Muskeln sich ergebenden Resultate kann man in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Die animalischen Muskeln gerathen durch momentane Reizung ihrer motorischen Nerven in momentane, durch fortdauernde Reizung in fortdauernde Zusammenziehung, und zwar so, daß die Bewegung mit der Reizung eintritt und wieder aufhört. Die Zusammenziehung erstreckt sich nur auf diejenigen Muskeln, zu denen die vom Reize getroffenen Nervenfäden direct hingehen.

Durch die Reizung des Rückenmarkes gerathen die animalischen Muskeln in einen Krampf, welcher noch einige Zeit fortdauert, wenn die Reizung schon aufgehört hat; überhaupt hat die Reizung des Rückenmarkes Nachwirkungen, vermöge deren oft Muskelbewegungen noch nach dem Aufhören derselben entstehen; auch beschränkt sich die Einwirkung nicht bloß auf die Muskeln, zu denen die vom Reize getroffenen Nervenfäden direct hingehen.

Durch Reizung der Empfindungsnerven und dadurch hervorgebrachte mittelbare Reizung des Rückenmarkes und seiner Fortsetzung im Gehirne werden animalische Muskeln gleichfalls in Zusammenziehung (Reflexbewegung) versetzt, welche aber nicht augenblicklich, sondern erst etwas später ein-

2*

tritt, welche, auch wenn die Reizung ununterbrochen durch den Rotationsapparat fortdauert, nicht anhaltend ist, sondern rasch vorübergeht und wiederkehrt und die Muskeln in einer Ordnung ergreift, die nicht von der Ordnung abhängt, in der zufälliger Weise die Nerven gereizt werden.

Durch Reizung der Hemisphären des großen und kleinen Gehirnes, sowie auch der Vierhügel, welche nicht als Fortsetzung des Rückenmarkes betrachtet werden dürfen, entstehen entweder gar keine Zusammenziehungen der animalischen Muskeln oder solche, die den Reflexbewegungen ähnlich sind, d. h. man beobachtet keinen fortdauernden Starrkrampf, sondern klonische Krämpfe, die bald diese, bald jene Muskeln, und bisweilen in einer gewissen Ordnung ergreifen.

Aus diesen Erscheinungen aber, welche die animalischen Muskeln auf Reizung verschiedener Nerventheile darbieten, ergeben sich hinsichtlich des Mechanismus ihres Nervensystemes selbst folgende Schlüsse:

Die motorischen Nerven der animalischen Muskeln verhalten sich in ihrem Verlaufe vom Austritte aus dem Rückenmarke und Gehirne bis zu ihrer Endigung in den Muskeln als passive isolirte und nicht untereinander communicirende Leiter gewisser Bewegungen, in deren Fortpflanzung eben ihre Verrichtung besteht; die motorischen Einflüsse, welche die Muskeln in Bewegung setzen, können also zwar durch sie fortgepflanzt werden, aber nicht von ihnen ursprünglich ausgehen, noch anderen benachbarten Nervenfäden mitgetheilt werden.

Von dem Rückenmarke gehen dagegen motorische Einflüsse aus, wie man daraus sieht, daß es, wenn es durch äußere Reizung in Thätigkeit gesetzt worden ist, die Zusammenziehung der animalischen Muskeln längere Zeit unterhält, und daß auch die rhythmischen Bewegungen des Athmens, die der Lymphherzen der Frösche und die unwillkürliche Thätigkeit mehrer Schließmuskeln von gewissen Theilen des Rückenmarkes und seiner Fortsetzung angeregt werden. Das Rückenmark und seine Fortsetzung enthält daher außer den passiven Leitern der eintretenden und austretenden Nerven Apparate, von denen die durch die motorischen Nerven fortgepflanzten Einflüsse ausgehen, welche aber selbst wieder durch die zu ihnen gehenden Empfindungsnerven und vom Gehirne kommenden Markfasern zur Thätigkeit veranlaßt werden können. Mit diesen Erfolgen der Reizung stimmt das, was ich über den Bau dieser Theile gefunden habe, vollkommen überein.

Es ist mir nämlich gelungen, Gehirn und Rückenmark durch eine vorausgehende Behandlung der Präparation so zugänglich zu machen, daß ich die Nervenwurzeln in die Substanz des Rückenmarkes und Gehirnes hinein mit vollkommener Deutlichkeit verfolgen kann, was bis jetzt nicht möglich gewesen ist. Auf diesem Wege habe ich gefunden, daß die motorischen Nervenwurzeln, nachdem sie am äußeren Rande der vorderen Rückenmarksstränge eingedrungen sind, in völlig querer Richtung zwischen den Längsbündeln der Rückenmarksfasern hindurchgehen, sich dabei zwischen denselben erst in gröbere, dann immer feinere Bündel zertheilen und diesen queren Verlauf nach der Rückenmarksspalte hin beibehalten, so weit nur die immer weiter gehende Zertheilung der Bündel ihre Verfolgung gestattete. Einzelne stärkere Bündel habe ich so bis weit über die Mitte der Seitenhälfte in das Rückenmark hinein verfolgt.

Die Bündel der weißen Rückenmarksfasern, zwischen denen die Fäden der motorischen Nerven hindurchgegangen sind, gesellen sich den vorderen Strängen zu, die zwischen den vorderen Nervenwurzeln und der vorderen

Spalte des Rückenmarkes gelegen sind, und in welche aufwärts nach dem Gehirne zu keine Nervenfasern weiter eindringen.

Wie die motorischen Nerven von außen, habe ich andererseits die Fasern der weißen Commissur von innen her, in die seitlichen Hälften des Rückenmarkes hinein, und zwar an denselben Präparaten verfolgt. Ich lege die weiße Commissur dadurch bloß, daß ich die vorderen Stränge, welche von den unteren Theilen des Rückenmarkes aufwärts steigen, entferne, was ohne Zerreißungen geschehen kann, weil deren Bündel von queren Nervenfasern nicht durchkreuzt werden. So dargestellt, sieht man die weiße Commissur deutlich aus Bündeln reiner Querfasern bestehen, welche getrennt von einander von innen her zwischen dieselben Längsbündel der Seitenhälften des Rückenmarkes eindringen, wie die gegenüberliegenden motorischen Nervenwurzeln von außen her. Verfolgt man diese Bündel der weißen Commissur weiter zwischen die Längsbündel der Rückenmarksfasern hinein, so sieht man, daß sie sich wie die der motorischen Wurzeln zertheilen, in völlig querer Richtung zwischen den Längsfasern durchgehen und jenen geradewegs entgegenkommen, sich aber dann, wie jene, in ihre Elementarfäden auflösen, so daß ihr unmittelbarer Uebergang in dieselben anatomisch nicht nachgewiesen werden kann.

Daß nun die sich entgegenkommenden Faserbündel der vorderen Nervenwurzeln und der vorderen weißen Commissur wirklich identisch sind, folgt, abgesehen davon, daß außer ihnen zwischen den Längsfasern der vorderen Stränge keine anderen Querfasern der weißen Marksubstanz vorkommen und daher keine Verwechselung möglich ist, auch daraus, daß nach meinen Untersuchungen die Stärke der weißen Commissur an den verschiedenen Theilen des Rückenmarkes der Zahl und Stärke der an jeder Stelle austretenden Nervenwurzeln entspricht, so daß die weiße Commissur da äußerst stark ist, wo die großen Nerven der oberen und unteren Extremitäten vom Rückenmarke abgehen, an der Hals- und Lendenanschwellung desselben; daß sie dagegen äußerst schwach am Rückentheile des Rückenmarkes ist, wo die austretenden Nervenwurzeln äußerst dünn und selten sind, so daß es mir bis jetzt nicht einmal hat gelingen wollen, die weiße Commissur an diesem Theile des Rückenmarkes durch Präparation darzustellen.

Dasselbe Verhältniß des Ursprunges, welches die motorischen Nerven des Rückenmarkes zeigen, scheint im Wesentlichen auch den motorischen Nervenfasern des Hirnes zuzukommen. Es ist mir nämlich gelungen, theils die vorderen Stränge des Rückenmarkes selbst aufwärts in das Gehirn zu verfolgen und isolirt darzustellen, theils nachzuweisen, daß fast sämmtliche motorische Hirnnerven aus diesen Strängen hervorkommen.

Die Fortsetzungen der beiden vorderen Rückenmarksstränge entfernen sich hiernach in der Medulla oblongata, wo sie mit ihren Bündeln jederseits die Oliven einschließen, nach beiden Seiten von einander und nehmen die seitlichen Stränge (welche zwischen vorderen und hinteren Wurzeln liegen) zwischen sich, die ihrerseits durch eine plötzliche Beugung einwärts und vorwärts in den durch das Auseinanderweichen der vorderen Stränge vergrößerten Raum der vorderen Rückenmarksspalte eintreten, ihn erfüllen, und nachdem sie sich daselbst mit einander durchkreuzt haben, den Namen der »Pyramiden« erhalten [1]).

Die Fortsetzungen der vorderen Rückenmarksstränge (Olivenstränge) gehen,

[1]) Es findet demnach in der Medulla oblongata eine doppelte Kreuzung Statt, die seitliche Kreuzung der beiden Pyramiden oder seitlichen Rückenmarksstränge und eine Kreuzung der vorderen und der seitlichen Stränge von vorn nach hinten.

während die Pyramidenstränge oder die Fortsetzung der Seitenstränge zwischen den Bündeln der Brücke durchgehen, hinter der Brücke weg, liegen hier, am Boden der vierten Hirnhöhle, wieder dicht neben einander und steigen von da zu den Vierhügeln in die Höhe, welche daselbst unmittelbar auf ihnen aufliegen.

Zu diesen Strängen nun, und zum Theil bis zwischen ihre Bündel hinein habe ich fast sämmtliche motorische Hirnnerven verfolgt, mit völliger Sicherheit den Nerv. oculorum motorius, die kleine Wurzel des trigeminus und den hypoglossus, mit weniger Sicherheit bis jetzt den Nerv. abducens und facialis. Nur der vierte Hirnnerv, der von der Valvula cerebelli entspringt, macht, aber wohl nur scheinbar, eine Ausnahme, da auch die Valvula cerebelli am hinteren Rande der Vierhügel dicht mit jenen Strängen zusammenhängt.

Die Vereinigung der motorischen Hirnnerven beider Seiten in der Mittellinie habe ich bis jetzt nicht beobachten können. Die offenbare Vereinigung aber eines dieser Nervenpaare, der beiden Nerv. trochleares auf der Valvula cerebelli läßt wohl auch dasselbe von den übrigen vermuthen [1]).

Stellt man diese anatomischen Thatsachen mit obigen physiologischen zusammen, so glaube ich aus denselben schließen zu dürfen, daß die eigentlichen motorischen Nervenapparate in der That im Rückenmarke und dessen Fortsetzung im Gehirne ohnweit des Austrittes der motorischen Nervenpaare ihren Anfang nehmen, und daß also die Fäden der letzteren nicht selbst aufwärts zum Gehirne sich erstrecken. Diese Ansicht gewinnt eine Bestätigung durch die sehr interessante pathologische Thatsache, daß der motorische Nervenapparat in seinen Functionen ungestört sein kann, ungeachtet der Wille auf ihn nicht mehr einwirkt. Es kommen nämlich Formen der Lähmung vor, wo ungeachtet die Muskeln nicht durch den Willen in Bewegung gesetzt werden können, sie doch durch Reizung der Empfindungsnerven der gelähmten Theile in Krämpfe gerathen. Diese Krämpfe sind Reflexbewegungen und entstehen daher besonders leicht bei solchen Individuen, wenn dieselben zu viel Strychnin als Arznei bekommen, weil dieses die motorischen Apparate, wie wir schon gesehen haben, äußerst empfindlich macht. Es kann also die Communication mit dem Gehirne unterbrochen sein, ohne daß die Integrität des Nervenapparates, der zur Entstehung von Muskelbewegungen dient, gelitten hat.

Von der Erregung der Thätigkeit der organischen Muskeln.

Die Bewegungen der organischen Muskeln unterscheiden sich von den eben betrachteten Bewegungen der animalischen Muskeln im Allgemeinen durch die Langsamkeit, mit der sie begonnen und ausgeführt werden. Indessen ist der Grad der Geschwindigkeit der Bewegung bei verschiedenen organischen Muskeln sehr verschieden, so daß in dieser Beziehung eine gradweise Annäherung der organischen Muskeln zu den animalischen stattfindet. Wesentlicher als dieser sind daher die unterscheidenden Charaktere der Bewegung beider Muskelclassen, welche von ihrem Verhältnisse zu den sie hervorrufenden Reizen entnommen werden können. Die animali-

[1]) Da ein weiteres Eingehen auf diese anatomischen Untersuchungen zu weit von dem eigentlichen Gegenstande abführen würde, so verspare ich die ausführliche Darlegung derselben auf eine spätere Abhandlung, in welcher ich noch andere Ergebnisse über den Bau des Gehirnes und Rückenmarkes mittheilen werde.

schen Muskeln verkürzen sich, wie wir sahen, auf den fortwirkenden Reiz des Stromes des Rotationsapparates schnell und in beträchtlichem Grade, ihre Bündel gerathen gleichzeitig und in dem Augenblicke in Verkürzung, wo ihre Nerven oder ihre Substanz gereizt werden, und diese Verkürzung dauert so lange fort, als die Reizung: hört aber die Reizung auf, indem man den Strom unterbricht, so kehren diese Muskeln ebenso augenblicklich zu ihrem vorigen Zustande der Verlängerung und Unthätigkeit zurück, als sie sich anfangs verkürzt hatten: es verkürzen sich auch stets nur diejenigen Bündel derselben, deren Nervenfasern selber vom Strome getroffen werden, so daß also die Bewegungen dieser Muskeln oder ihrer Bündel ebenso zufällig und planlos erfolgen müssen, wie die Einwirkung der Reize zufällig und planlos war. Die Bewegungen der animalischen Muskeln stehen also in einer unmittelbaren Abhängigkeit von den ihre Nerven treffenden Reizen, weil nur die Bündel derselben sich verkürzen, deren Nervenfäden unmittelbar von ihnen getroffen werden, und nur so lange verkürzt bleiben, als sie von ihnen getroffen werden. Die organischen Muskeln verhalten sich in allen diesen Beziehungen gerade umgekehrt. Wirkt der galvanische Strom auf sie ein, so verkürzen sie sich langsamer und nicht in dem Augenblicke, wo ihre Nerven oder ihre Substanz gereizt wird, sondern erst einige Zeit nachher, so daß der Reiz schon aufgehört haben kann, ehe die Zusammenziehung sichtbar wird. Die in den Muskeln erregte Thätigkeit dauert noch lange fort, wenn die Reizung schon längst aufgehört hat, nicht nur indem die gereizten Muskelbündel fortfahren, sich mehr und mehr zusammenzuziehen, sondern auch weil successiv andere und andere Bündel in Zusammenziehung gerathen, so daß nicht nur die Bündel in Zusammenziehung versetzt zu werden scheinen, zu welchen sich die gereizten Nerven unmittelbar begeben, sondern auch andere, entfernter liegende Bündel. Auch sind die Bewegungen, welche die gleichzeitig und successiv ergriffenen Bündel dieser Muskeln ausführen, nicht planlos und zufällig, sondern erfolgen in einer gewissen nach Zwecken geregelten Ordnung. Die organischen Muskeln stehen demnach nicht in der unmittelbaren Abhängigkeit von den ihre Nervenfäden treffenden Reizen, wie die animalischen Muskeln, weil ihre Zusammenziehung weder ihrer Dauer nach, noch der Zahl der von ihr ergriffenen Bündel nach an den veranlassenden Reiz gebunden ist. Es würde auch die zweckmäßige Anordnung der Bewegungen, welche diese Muskeln auf einen zufällig sie treffenden Reiz ausführen, gar nicht möglich sein, wenn sie in solcher unmittelbaren Abhängigkeit von einem sie zufällig treffenden Reize stünden.

Das Verhältniß, in welchem die Bewegungen der organischen Muskeln zu den sie veranlassenden Reizen stehen, hat viel Aehnlichkeit mit dem der Reflexbewegungen der animalischen Muskeln zu der Reizung der Empfindungsnerven; denn so wie bei den letzteren die Rückwirkung oft nicht im Momente der Reizung entsteht, sondern häufig viel später, nicht selten ganz ausbleibt und sich nicht auf einzelne Muskelbündel erstreckt, sondern auf viele Muskeln, die sich zu einer gemeinschaftlichen, in einer gewissen Ordnung und Aufeinanderfolge geschehenden Bewegung vereinigen, so auch hier. Bei der Reflexbewegung der animalischen Muskeln ist durch Volkmann's, von M. Hall bestätigte, Untersuchungen erwiesen, daß diese Bewegungen leichter nach der Reizung der Lederhaut und Schleimhaut, als nach der Reizung von Nervenstämmen erfolgen. Ebenso scheint auch bei Theilen mit organischer

Muskelbewegung die Reizung ihrer inneren Haut, z. B. der Schleimhaut des Magens und des Darmcanales oder der inneren Haut des Herzens, ihre Bewegungen weit leichter und sicherer, als die Reizung ihrer Nerven hervorzubringen.

Nehmen wir hiernach an, daß z. B. die auf die innere Haut des Herzens und des Speisecanales gemachten Eindrücke zunächst zu den in den Organen gelegenen Nervennetzen fortgepflanzt werden, und daß von diesen aus die Fleischbündel in einer gewissen Ordnung zur Thätigkeit angeregt werden; ferner, daß die Zusammenziehung der Muskelbündel selbst eine neue Einwirkung auf die Nervennetze hervorbringt, die wieder die Zusammenziehung benachbarter Muskelbündel zur Folge hat, so kann man sich das wellenartige Fortschreiten der Zusammenziehung in diesen Organen einigermaßen erklären. Auf diese Weise scheint im Herzen, wenn die Einmündungsstelle der Vena cava sich zu bewegen angefangen hat, successiv und in gewisser Ordnung die Zusammenziehung der Vorkammer und des Ventrikels zu folgen und auf gleiche Weise die peristaltischen Bewegungen von irgend einer gereizten Stelle aus, wie Wellen, am Darmcanale fortzuschreiten.

Man kann nicht annehmen, daß die Eindrücke, die man auf die mit organischen Muskelfasern versehenen Organe ausübt, erst zum Gehirne, zum Rückenmarke oder zu den Ganglien, die außerhalb jener Organe liegen, fortgepflanzt würden, und daß die Reflexion der Bewegungen erst von daher geschähe; denn dem widerspricht die Erfahrung, daß das aus dem Leibe herausgenommene Herz fortfährt, rhythmisch zu pulsiren, und zwar so, daß die Bewegungen der Vena cava, des Atrium und der Ventrikel sich noch in der nämlichen Ordnung folgen, als vorher, und auch bei kaltblütigen Thieren durch Erwärmung beschleunigt werden; ferner, daß auch ein dicht am Mesenterium abgeschnittener Darm, z. B. bei einer eben getödteten Katze auf einen vorübergehenden galvanischen Reiz sich an der gereizten Stelle zusammenzieht, und daß diese Einschnürung sich dem Darme entlang fortbewegt; denn unter allen diesen Umständen sind die Nerven, durch welche die Reflexion der Eindrücke bewirkt werden könnte, durchschnitten.

Manche ältere Physiologen, unter ihnen vorzüglich Haller, haben daher behauptet, daß die unwillkürlichen Muskeln dieser Theile ohne Vermittelung des Nervensystemes durch Reize, die unmittelbar auf ihre Fasern einwirkten, in Bewegung gesetzt würden, z. B. das Herz durch die Berührung, in die es mit dem Blute kommt, der Speisecanal durch die Speisen, die ihn erfüllen u. s. w. Durch solche Einwirkungen, welche zufällig dieses oder jenes Muskelbündel unmittelbar träfen, würde sich aber nur die Entstehung ebenso zufälliger und ungeordneter Zusammenziehungen dieser Bündel erklären lassen, keineswegs aber geregelte Bewegungen, wie man sie am Herzen, am Magen und Darmcanale beobachtet. Es muß aber eine Ursache vorhanden sein, von welcher diese planmäßige Anordnung der Bewegungen ausgeht, und da die Muskelbündel selber in keinem solchen Zusammenhange stehen, der sie erklären könnte, so müssen wir die Ursache davon in den Nerven derselben suchen. Diese Nerven müssen also, und zwar unabhängig vom Rückenmarke, Einrichtungen enthalten, von denen, wie von den Theilen des Rückenmarkes, geordnete Bewegungen ausgehen können, und welche auf einen erhaltenen Anstoß in Thätigkeit treten, auf ähnliche Weise, wie ein Uhrwerk zu gehen beginnt, wenn man den hemmenden Sperrhaken aufhebt. Ob die Organe zu diesem Zwecke Nervenganglien in ihrer Substanz enthalten, wie Remak im Herzen darzuthun versucht hat, oder ob Nervenge-

flechte mit wahren Anastomosen schon allein dazu hinreichen, muß die Zukunft lehren. Das von Tiedemann entdeckte Nervensystem der Seesterne kann dafür angeführt werden, daß eine solche Einrichtung auch ohne in die Augen fallende Ganglien bestehen können.

Von der Erregung der Thätigkeit der organischen Muskeln durch Reizung ihrer Substanz.

Die specielle Untersuchung der organischen Bewegungen in verschiedenen Theilen unseres Körpers und bei verschiedenen Thieren hat für uns ein zweifaches Interesse: erstens, um die Verschiedenheit der organischen Bewegung in verschiedenen Theilen kennen zu lernen; zweitens, um zu beweisen, daß unter allen Umständen der anatomische Bau der Muskeln mit ihrem animalischen oder organischen Bewegungsvermögen in Uebereinstimmung stehe.

Wir wollen zunächst die Erscheinungen der organischen Muskelbewegung selber im Einzelnen näher kennen lernen, wozu sich die Betrachtung des Magens und Darmcanals, weil ihre Bewegungen sehr charakteristisch sind, und deshalb als Musterbeispiel dienen können, besonders eignet, und wollen daran die Betrachtung der Organe anschließen, welche stets und unter allen Verhältnissen organische Muskelfasern und organische Bewegung besitzen. Wir wollen darauf die Betrachtung der Bewegung von Theilen folgen lassen, über deren animalische oder organische Bewegung wegen der wechselnden Beschaffenheit ihrer Muskelfasern Zweifel entsteht. Hierher gehören namentlich der mit animalischen Muskelfasern versehene Magen und Darmcanal von Cyprinus tinca, sowie die Speiseröhre und Iris, welche beide bei verschiedenen Thieren bald animalische, bald organische Muskelfasern besitzen. Die Vergleichung der Bewegung dieser Theile mit der Form ihrer Muskelfasern wird daher vor Allem geeignet sein, die Abhängigkeit der Bewegung der Muskeln von ihrem anatomischen Baue in das Licht zu stellen. Wir werden dann zuletzt noch die Bewegung des Herzens einer besonderen Betrachtung unterwerfen, weil sich dasselbe in seinen Bewegungen von anderen organischen Muskeln wesentlich unterscheidet und in denselben, wie in dem anatomischen Baue seiner Fasern, eine unverkennbare Annäherung zu den animalischen Muskeln zeigt, so daß es, indem es einerseits unter den organischen Muskeln in mancher Hinsicht eine Ausnahme bildet, zugleich andererseits aus demselben Grunde einen Beweis für die Wechselbeziehung zwischen der Bewegung und dem anatomischen Baue der Muskeln liefert.

Organische Bewegung des Magens, der Gedärme, des Uterus, der Saamenleiter, der Harnblase, Gallenblase und der Harnleiter.

Wenn man die Bauchhöhle eines getödteten Thieres, einer Katze, eines Hundes oder Kaninchens öffnet, aber auch, wenn man die Eingeweide derselben ganz herausschneidet und sie dadurch auch ganz außer Nervenzusammenhang mit dem übrigen Körper setzt, gerathen die Gedärme, welche anfangs kaum merkliche Bewegungen zeigen, allmälig durch Einwirkung der Luft in allgemeine und lebhafte Bewegungen; nur der Magen verhält sich immer sehr ruhig, so daß man an ihm entweder gar keine, oder nur äußerst schwache

Bewegungen wahrnimmt, die man auch meist nicht unmittelbar, sondern erst nach längerer Beobachtung an kleinen durch sie entstandenen Formänderungen erkennt.

Die Dünndärme krümmen und winden sich, verengen sich stellenweise und erweitern sich wieder; die Dickdärme stülpen ihre taschenförmigen Falten, wo sie solche besitzen, bald einwärts, bald auswärts. Alle diese Bewegungen, sowohl die von den Längsfasern, als die, von den Kreisfasern der Muskeln herrührenden, schreiten am Darmcanale, wie Wellen, der Länge nach, und zwar meistens nach dem Mastdarme zu, fort, indem die Bewegung successive die nebengelegenen Theile ergreift, während die vorherbewegten wieder zur Ruhe kommen. Diese peristaltischen Bewegungen, wie man sie zu nennen pflegt, sind den animalischen Muskeln ganz fremd und eine Eigenthümlichkeit der organischen Muskeln, und können daher als besonders charakteristisch für dieselben betrachtet werden.

Läßt man den galvanischen Strom des Rotationsapparates von großen Flächen aus auf die gesammten Eingeweide einwirken, indem man sie von beiden Seiten her zwischen zwei Kupferplatten einschließt, die man jede mit einem der Leitungsdrähte in Verbindung setzt, so gerathen die Gedärme in weit lebhaftere Bewegung, als durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft, oder erneuern dieselben, wenn sie kurz vorher schon aufgehört hatten. Läßt man den Strom nur auf einzelne Stellen des Darmcanales wirken, indem man sie mit beiden an ihren Enden genäherten Drähten berührt, so ist, wie der Eindruck, auch die Wirkung zunächst nur ganz local. Berührte ich z. B. flüchtig mit den Drähten eine Stelle des Dünndarmes eines Kaninchens, so bekam derselbe an der berührten Stelle eine Einschnürung, die sich aber so langsam ausbildete, daß sie erst sichtbar wurde, als der Reiz längst schon vorüber war; dessenungeachtet nahm aber die Einschnürung immer mehr zu, bis das Lumen des Darmes an derselben Stelle gänzlich verschwand und der Darm wie durch eine Ligatur zusammengeschnürt aussah, und nahm dann ebenso allmälig wieder ab, bis sie gänzlich verschwunden war. Ganz ähnlich verhielt sich die Erscheinung am Dünndarme eines eben getödteten Hundes, nur schritt die Einschnürung, wenn auch langsam, doch etwas deutlicher längs des Darmcanales abwärts fort, was man beim Kaninchen nur selten und im äußerst geringen Grade wahrnehmen konnte. Am Dünndarme einer Katze trat die Zusammenziehung viel rascher ein, die Einschnürung war weniger tief und lief ziemlich rasch, wie eine Welle, ein langes Stück abwärts am Darmcanale hin, wobei sie sich allmälig verlor. Solche Wellen konnten fort und fort durch wiederholte Berührung des Darmes immer wieder erneuert werden. Es gelang durch Berührung des Darmes an mehren, in kleinen Abständen von einander liegenden Punkten, gleichzeitig mehre Wellen zu bilden, welche sich alle nach derselben Seite, nach dem Mastdarme hin, fortbewegten. Sogar nach nur einmaliger Berührung schienen von Neuem und Neuem Wellen von derselben berührten Stelle und ohne neue Veranlassung auszugehen.

Der Magen zog sich, je nachdem man ihn mit den genäherten Enden der Leitungsdrähte der Quere oder der Länge nach strich, in den gestrichenen Linien der Quere oder der Länge nach deutlich zusammen. Am auffälligsten geschah dies beim Hunde, wo der Magen sich völlig dadurch in mehre Zellen theilen ließ. Auf jeden Strich erfolgte eine sich allmälig ausbildende Einschnürung. Die queren Einschnürungen waren stets viel tiefer, als die Längseinschnürungen, und jene waren wieder am stärksten in der Gegend

des Pylorus. Auch am Dünndarme, besonders am Zwölffingerdarme, konnte man, je nachdem man ihn der Quere oder der Länge nach flüchtig strich, deutlich entweder die Kreis- oder die Längsmuskelfasern in Zusammenziehung versetzen; nur waren die Wirkungen der letzteren unvergleichlich geringer, als die der ersteren. Der Magen des Kaninchens verhielt sich, wenn seine Bewegungen nicht durch die feste Masse des Inhaltes verhindert waren, ganz ähnlich, nur waren seine Bewegungen viel weniger lebhaft, als beim Hunde. Dem Magen sehr ähnlich, nur noch viel träger, als derselbe, verhielt sich, der Blinddarm des Kaninchens, welcher der trägste Theil des ganzen Darmcanales ist; nur ganz unmittelbar nach dem Schlachten konnte man sichtbare Zusammenziehungen an ihm wahrnehmen. Bei Fröschen und Fischen sind die Bewegungen des Magens und Darmcanales äußerst träge und langsam. Indessen habe ich an denselben bei Fröschen auf Berührung mit den Enden der Leitungsdrähte beträchtlich tiefe Einschnürungen langsam entstehen sehen, welche wellenartig sich vom Magen nicht nur abwärts, sondern auch aufwärts an der Speiseröhre fortpflanzten und sich von selbst wiederholten, so daß bisweilen dadurch der Inhalt des Magens, wie beim Erbrechen, durch die Speiseröhre ausgetrieben wurde. Noch träger und schwächer, als bei den Fröschen, sind die Bewegungen der Gedärme bei den Fischen.

Der Uterus eines trächtigen Hundes verhielt sich den dünnen Gedärmen sehr ähnlich. Wie diese, gerieth er nach Oeffnung der Bauchhöhle durch Einwirkung der Luft in lebhafte peristaltische Bewegungen, die in sich stets erneuernden Wellen längs der Hörner von den Tuben nach dem unpaaren Theile des Uterus hin fortschritten. Nachdem die Bewegungen aufgehört hatten, zog sich derselbe noch auf Einwirkungen des galvanischen Stromes an allen mit den Drähten berührten Stellen zusammen, und die entstandenen Einschnürungen dauerten noch lange fort, nachdem die Einwirkung aufgehört hatte, aber auch an dem nicht trächtigen Uterus eines Kaninchens habe ich nach galvanischer Reizung sichtbare Zusammenziehungen wahrgenommen.

Die Vasa deferentia eines geschlechtsreifen Kaninchens geriethen bei der Berührung mit den Leitungsdrähten in äußerst lebhafte peristaltische Bewegungen, so daß sie sich heftig wandten und krümmten und dadurch gänzlich ihre Lage bleibend veränderten. Dieselben lebhaften Bewegungen habe ich auch bei Hunden nnd Katzen gesehen.

Die Harnblase eines Kaninchens zog sich auf die Einwirkung des Rotationsapparates ziemlich rasch und vollkommen zusammen und entleerte dadurch vollständig ihren Inhalt. An der halbgefüllten Harnblase einer Katze sah ich durch momentane Berührung mit den einander genäherten Enden der Leitungsdrähte an der berührten Stelle lebhafte Zusammenziehung entstehen, die sich rasch über einen großen Theil der Blase ausbreitete und dann allmälig verschwand. Nach kurzer Zeit ging ohne Wiederholung der Reizung von dem zuerst gereizten Punkte eine gleiche Bewegung aus und wiederholte sich so periodisch noch mehrmals.

Die Gallenblase zog sich dagegen äußerst langsam zusammen, entleerte jedoch bei fortdauerndem Strome auch einen Theil der in ihr enthaltenen Galle. Bei einem jungen Kaninchen sah ich an ihr durch wiederholtes Streichen derselben Stelle mit den Leitungsdrähten in querer Richtung eine tiefe Einschnürung entstehen, die dieselbe in zwei Theile theilte, und dasselbe habe ich auch bei Hunden und Katzen beobachtet.

Die Harnleiter endlich gehören zu den allerträgsten organisch-musculösen Theilen. Indessen habe ich auch an diesen bei einem Hunde durch

galvanische Reizung deutlich und ganz nach Belieben quere Einschnürungen entstehen sehen, welche über die organisch-musculöse Natur dieser Theile keinen Zweifel übrig ließen.

Animalische Bewegung des mit gestreiften Muskelfasern versehenen Magens und Darmcanales der Schleihe, Cyprinus tinca.

Es ist kein Beispiel geeigneter, den innigen Zusammenhang der animalischen und organischen Bewegungsweise und Form der Muskeln in ein glänzenderes Licht zu stellen, als das des Magens und Darmcanales der Cyprinus tinca, welche mit ihren prachtvoll gestreiften Muskelfasern bei den herrschenden Ansichten von den willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln als eine wahre Paradoxie erschienen, von denen ich aber auf das Bestimmteste durch Versuche nachweisen werde, daß ihre Muskeln nicht bloß in ihrer Form den animalischen gleichen, sondern sich als solche auch durch ihre Bewegung auf das Unzweifelhafteste ausweisen.

Als ich die Bauchhöhle dieses Fisches geöffnet hatte, lag dessen Magen und Darmcanal völlig unbewegt da, in dem nämlichen Augenblicke aber, wo ich den Magen mit den Enden der Leitungsdrähte des Rotationsapparates berührte, zog sich dieser sowohl, als auch die sämmtlichen Därme wie im Nu zusammen mit einer Heftigkeit und Schnelligkeit, wie es die Skelettmuskeln thun. Die Eingeweide verharrten unbewegt in diesem zusammengezogenen Zustande, so lange der Strom auf sie fortwirkte und kehrten bei Unterbrechung des Stromes ebenso augenblicklich zu ihrem vorigen unthätigen Zustande zurück, als sie beim Beginne desselben sich zusammengezogen hatten.

Sehr auffallend war bei diesen Versuchen die allgemeine Theilnahme aller Theile des Nahrungscanales an der Bewegung, ungeachtet nur der Magen oder die Speiseröhre mit den Drähten, und zwar bei großer Annäherung derselben an einander berührt worden waren. Diese Erscheinung kann wohl nur daraus erklärt werden, daß die Nerven des Darmcanales dicht an demselben hinlaufen, so daß die Reizung eines oberen Stückes desselben immer die Nerven der unteren Theile mit trifft; denn als die Drähte an den Mastdarm gebracht wurden, erstreckte sich die Zusammenziehung nur einige Zoll aufwärts. Aber auch diese Ausdehnung der Bewegung gleich im ersten Augenblicke der Reizung, ist sehr bezeichnend für die animalische Natur dieser Darmmuskeln, da die organischen Muskeln, auch wenn sie noch so lange Muskelbündel haben, sich zunächst nur an der unmittelbar gereizten Stelle zusammenziehen und erst allmälig ihre Bewegungen weiterhin fortpflanzen. Peristaltische Bewegungen habe ich weder durch Einwirkung der Luft, noch durch galvanische Reizung entstehen sehen. Vielmehr lag der Darmcanal, wenn nicht der Strom eben auf ihn einwirkte, stets völlig unbewegt da. Außer dieser sehr in die Augen fallenden animalischen Bewegung besitzt der Darmcanal der Schleihe noch eine äußerst gering organische Bewegung, die sich durch eine nach längerer fortgesetzter Reizung zurückbleibende schwache Einschnürung zu erkennen gab.

Zum Zwecke der Vergleichung unterwarf ich den Darmcanal anderer Cyprinus-Arten, z. B. von Cyprinus carpio und alburnus, bei denen er ungestreifte, organische Muskelfasern hat, denselben Versuchen. Ungeachtet aber diese demselben Genus, wie die tinca, angehören, und man also wohl eine gleichartige Bildung des Nervensystemes voraussetzen kann, verhielten sich Magen und Darmcanal bei ihnen doch wie bei anderen Fischen als or-

ganische Muskeln, und noch dazu äußerst träge, so daß selbst der Strom des Rotationsapparates erst nach längerer Zeit sichtbare Einschnürungen erzeugte, die dann aber fortdauerten und nur äußerst langsam sich fortpflanzten.

Animalisch-musculöse Natur des mehren Cyprinus-Arten eigenthümlichen contractilen Gaumenorganes.

Das merkwürdige, von meinem Bruder Ernst Heinrich beschriebene, contractile Gaumenorgan mehrer Cyprinus-Arten, welches die Eigenthümlichkeit hat, sich, wenn es mit einem spitzen Körper gestochen oder gestrichen wird, an der gereizten Stelle bergartig oder wallartig zu erheben, und von dem Joh. Müller nachgewiesen hat, daß es auch durch den galvanischen Strom in Zuckung versetzt werde und gestreifte Muskelfasern besitze, ist von mir hinsichtlich seiner eigenthümlichen Bewegung gleichfalls näher untersucht worden, woraus hervorgeht, daß dasselbe zu den animalisch-musculösen Theilen gehöre. Als ich dieses Organ bei Cyprinus tinca mit den Leitungsdrähten des Rotationsapparates berührte, erhob sich dasselbe augenblicklich, wenn die Drahtenden ganz nahe beisammen waren, nur an der berührten Stelle selbst, in seiner ganzen Ausdehnung dagegen, wenn dieselben weit von einander waren. Es verharrte in diesem Zustande unbeweglich, wenn der Strom fortgesetzt wurde, und kehrte, wenn der Strom unterbrochen wurde, ebenso momentan zu seinem früheren Zustande der Unthätigkeit zurück, als es sich anfangs erhoben hatte. Um den Bau dieses Organes mikroskopisch zu untersuchen, wurde dasselbe vorsichtig herauspräparirt, um sicher zu sein, keine benachbarten Muskeltheile etwa mit ergriffen zu haben und der Quere und der Länge nach feine Lamellen aus ihm herausgeschnitten. Auf diese Weise zeigte sich unter dem Mikroskope, daß dasselbe von äußerst zahlreichen Bündeln der allerschönsten quergestreiften Muskelfasern in verschiedenen Richtungen durchsetzt war, die daher theils der Länge nach, theils im Querschnitte erschienen, während die Zwischenräume zwischen denselben von Fett eingenommen wurden. Ich habe dasselbe Organ darauf auch beim Karpfen selber untersucht. Auch hier verhielt es sich ganz ähnlich, sowohl hinsichtlich seiner Bewegung auf den Reiz des Stromes des Rotationsapparates, als hinsichtlich des musculösen Baues und der quergestreiften Form seines Muskelfasern. Nur nahmen sich bei der Schleihe die letzteren prachtvoller aus. Sehr merkwürdig aber war es, daß, während das Organ auf den Reiz des Rotationsapparates nur so lange erhoben blieb, als der Strom dauerte, und bei dessen Unterbrechung gleich wieder zusammenfiel, die Erhebungen, welche entstanden, wenn man durch Messerstiche seine freie Oberfläche im Rachen reizte, längere Zeit stehen blieben, gerade so, wie es von meinem Bruder beschrieben worden ist. Bei genauerer Untersuchung ergab sich aber, daß auch nach Einwirkung des galvanischen Stromes eine Erhebung zurückblieb, die aber sehr flach und daher wenig auffällig war, wahrscheinlich, weil hier die Einwirkung nicht auf einen Punkt eingeschränkt werden konnte. Es scheint demnach wahrscheinlich, daß dieses Organ außer animalischen, auch noch organische Muskelfasern enthalte; indessen gestatteten die Verhältnisse nicht, sie mikroskopisch nachzuweisen. Nicht nur die Lage, sondern auch die beschriebene musculöse Natur dieses räthselhaften Organes macht es sehr wahrscheinlich, daß es ein der Zunge analoges Geschmacksorgan sei.

Animalische oder organische Bewegung der Speiseröhre und der Iris, je nachdem sie gestreifte oder ungestreifte Muskelfasern besitzen.

Die Speiseröhre, welche bei den Nagethieren durchgängig der Länge, wie der Quere nach gestreifte, animalische Muskelfasern, bei den Vögeln dagegen durchgehends ungestreifte, organische Muskelfasern besitzt, hat dem entsprechend bei ersteren rein animalische, bei letzteren rein organische Muskelbewegung; bei Katzen und Hunden, bei denen sie theils animalische, theils organische Muskelfasern besitzt, ist auch ihre Bewegung theils animalisch, theils organisch.

Wurde die Speiseröhre eines Kaninchens, das eben getödtet worden war, an zwei von einander entfernten Punkten mit den Enden der Leitungsdrähte berührt, so zog sich dieselbe augenblicklich und vollständig zusammen, und zwar mit derselben Geschwindigkeit, wie andere animalische Muskeln, verharrte, so lange der Strom dauerte, in bewegungsloser Zusammenziehung, und kehrte, als der Strom unterbrochen wurde, ebenso rasch und augenblicklich zu ihrem vorherigen Zustand der Unthätigkeit zurück. Dasselbe beobachtete man auch, nachdem sie herausgeschnitten war. Füllte man die so herausgeschnittene Speiseröhre mäßig mit Luft und hing sie auf, so konnte man durch die Art und Weise, wie man sie mit den Leitungsdrähten berührte, bewirken, daß sich entweder die Längsfasern oder die Querfasern vorzugsweise verkürzten; aber in beiden Fällen hatte die Bewegung den Charakter der der animalischen Muskeln. Wurden beide Enden der Speiseröhre mit dem einen und andern Leitungsdrahte berührt, so zog sie sich sehr beträchtlich der Länge nach zusammen und die Zusammenziehung der Ringfasern war geringer. Wurde dieselbe mit beiden Drähten in gleicher Höhe, aber an diametral entgegengesetzten Seiten, z. B. vorn und hinten oder rechts und links berührt, so war die Verkürzung der Längsfasern unbeträchtlicher und die der Kreisfasern mehr in die Augen fallend. Wurde das oberste oder unterste Stück der Speiseröhre allein galvanisirt, so zog sich nicht die ganze Speiseröhre, sondern nur ein Stück derselben zunächst der gereizten Stelle zusammen, welches aber immer weit größer war, als es bei organischen Muskeln der Fall ist. Peristaltische Bewegungen wurden unter keinem Verhältnisse wahrgenommen. Uebrigens zeigten die Muskeln der Speiseröhre bei diesen Versuchen eine weit größere Lebensdauer, als man sonst bei Muskeln warmblütiger Thiere anzutreffen gewohnt ist.

Wurde nun derselbe Versuch mit der Speiseröhre eines Vogels, eines Huhnes oder einer Taube gemacht, welche nur organische Muskelfasern besitzt, so bemerkte man an ihr schon, während sie bloßgelegt wurde, gelinde peristaltische Bewegungen, welche durch Einwirkung der atmosphärischen Luft entstanden. Berührte man sie momentan mit den Enden der Leitungsdrähte, so erfolgte die Bewegung nicht augenblicklich, sondern erst nachdem die Leitungsdrähte eine kurze Zeit entfernt waren. Es trat dann an der berührten Stelle eine starke Zusammenziehung ein, die sich peristaltisch längs der Speiseröhre fortbewegte. Ließ man den Strom längere Zeit einwirken, so zog sich die Speiseröhre dauernd zusammen, blieb auch nach der Unterbrechung desselben noch längere Zeit zusammengezogen und ging dann in peristaltische Bewegungen über, in denen sich die Zusammenziehung endlich verlor. Auch nachdem die Speiseröhre herausgeschnitten war, sah ich an ihr peristaltische Bewegungen, welche, wie bei den Gedärmen unter gleichen Verhältnissen von

selbst und nur durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft eintreten. Die Bewegungen der Speiseröhre der Vögel sind daher, wie der Bau ihrer Muskelfasern, organisch. Sie sind aber unvergleichlich rascher und kraftvoller, als die anderen Theile des Verdauungscanales; auch behält die Speiseröhre die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, sehr lange, während sie bei anderen organischen Muskeln sehr bald erlischt. Ebenso wie die Speiseröhre der Vögel verhält sich die der Frösche, nur mit dem Unterschiede, daß ihre Bewegung viel träger, als die der ersteren ist.

Bei den Katzen ist die Speiseröhre zugleich mit animalischen und organischen oder gestreiften und ungestreiften Muskelfasern versehen. Zwar sagt Gulliver von den Ferae im Allgemeinen, daß ihre Speiseröhre nur gestreifte Muskelfasern besitze. Als ich aber auf die Speiseröhre einer Katze den Strom des Rotationsapparates einwirken ließ, zeigte sich, daß nur die obere Hälfte derselben rein animalische Muskelbewegung habe, die untere Hälfte dagegen, neben der animalischen, auch organische Bewegung besitze; denn, berührte ich mit beiden genäherten Leitungsdrähten ihren oberen Theil, so zog sich derselbe, wie die Speiseröhre des Kaninchens, momentan der Länge und Quere nach zusammen, verharrte während der Dauer der Berührung unbeweglich in diesem zusammengezogenen Zustande und verließ ihn bei Entfernung der Drähte vollkommen und ebenso augenblicklich, als er anfangs in denselben getreten war; berührte ich sie ungefähr in der Mitte, so verhielt sie sich zwar auch hier noch ganz ähnlich; nur blieb eine schwache Einschnürung zurück, die sich erst sehr allmälig verlor. Je weiter abwärts aber die Speiseröhre mit den Leitungsdrähten berührt wurde, um so beträchtlicher war die nachbleibende Einschnürung, und ein paar Zoll über dem Magen traten deutliche peristaltische Bewegungen ein, die sich abwärts zum Magenmunde hin fortpflanzten. In der That fand ich nun bei genauerer Untersuchung, daß die Speiseröhre der Katzen zwar durchgängig ihrer ganzen Länge nach von einer oberflächlichen Schicht gestreifter animalischer Muskelfasern überkleidet sei, daß sich aber an deren unteren Hälfte unter dieser rötheren Schicht eine Lage blasser, ungestreifter organischer Muskelfasern findet, die unten über dem Magen sehr stark ist, aus Längs- und Querbündeln besteht, aufwärts aber immer dünner und dünner wird und sich gegen die Mitte der Speiseröhre gänzlich verliert.

Die Speiseröhre des Hundes verhält sich ähnlich, wie die der Katze, mit dem Unterschiede, daß die organischen Muskelfasern an ihr weit eingeschränkter und sparsamer vorkommen. Die animalischen Muskelfasern erstrecken sich an derselben bis zum Magenmunde herab, aber die Schicht organischer Muskelfasern, welche bedeckt von animalischen Längsfasern sich am unteren Theile der Speiseröhre befindet, ist nur äußerst dünn. Die Speiseröhre des Hundes bewegt sich daher auf Reizung durch den galvanischen Strom in ihrer ganzen Ausdehnung animalisch. Während aber der größere obere Theil bei Unterbrechung des Stromes vollkommen zu seiner früheren Form zurückkehrt, bleibt am unteren Theile derselben an der berührten Stelle durch die Wirkung der organischen Querfasern eine, aber sehr schwache quere Einschnürung zurück, die sich nur allmälig wieder verliert.

Die Iris verhält sich bei den Säugethieren und Vögeln gerade umgekehrt, wie die Speiseröhre. Während die Speiseröhre bei den Säugethieren ganz oder großentheils animalische, bei den Vögeln aber organische Muskelfasern sowohl, als Bewegung besitzt, hat die Iris

bei den Säugethieren vielmehr organische, aber bei den Vögeln animalische Muskelfasern und, wie wir sehen werden, der Natur ihrer Muskelfasern entsprechend, auch bei ersteren organische, bei letzteren animalische Muskelbewegung. Es ist diese Uebereinstimmung der Bewegungsart der Muskeln mit ihrer Form auch unter diesen völlig umgekehrten Verhältnissen ein sehr schlagender Beweis, daß dieselbe nicht zufällig, sondern im Wesen der animalischen und organischen Muskeln begründet sei.

Als ich auf die Iris eines Kaninchens, das eben geköpft worden war (man wählt am besten ein weißes), den Strom des Rotationsapparates einwirken ließ, indem ich in den Rand der Sclerotica an diametral entgegengesetzten Seiten zwei feine Nadeln einstach, die mit den Enden der Leitungsdrähte verbunden waren, so erweiterte sich die Pupille, als der Strom zu wirken begann, sehr langsam, blieb längere Zeit auch nach Unterbrechung des Stromes erweitert, und verengerte sich dann wieder sehr langsam, erweiterte sich auf gleiche Weise von Neuem, sobald man den Strom wieder herstellte u. s. w. Denselben Erfolg erhält man auch, wenn man ohne einzustechen die Enden der Leitungsdrähte äußerlich an den Rand der Sclerotica anlegt oder den Nerv. oculorum motorius in der Hirnhöhle mit denselben berührt. Stets fand Erweiterung der Pupille Statt, die langsam und allmälig eintrat, längere Zeit auch ohne Fortdauer des Stromes anhielt und dann langsam wieder verschwand. Weit mehr in die Augen fallend, als beim Kaninchen, war die Wirkung des galvanischen Stromes auf die Iris einer geköpften Katze, bei welcher sie bekanntlich sehr beweglich ist und sich auch wegen ihrer lichten Farbe leicht beobachten läßt. Auch bei der Katze erweiterte sich die Pupille, als die Drähte zu beiden Seiten an die Ränder der Sclerotica gebracht wurden, nicht momentan, sondern allmälig, aber viel schneller, als beim Kaninchen, und blieb nach Entfernung der Drähte einige Zeit erweitert. Am stärksten war die Wirkung, als die Enden der beiden Leitungsdrähte, jeder in einen Halbkreis gebogen, den Rand der Hornhaut, jedoch ohne sich einander zu berühren, umschlossen, oder wenn der eine sie ringförmig umgab, während der andere ihre Mitte berührte. Bei beiderlei Verfahrungsweisen zog sich die Iris in so beträchtlichem Umfange zusammen, daß sie bis auf ein Rändchen hinter der Hornhaut verschwand. Die Iris bewahrte übrigens bei der Katze ihre Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, sehr lange, so daß man wegen der Zeit bei diesen Versuchen gar nicht in Verlegenheit war.

Die Muskelfasern der Iris der Säugethiere haben bis jetzt nicht mit völliger Sicherheit dargestellt werden können. Man hat vielmehr die Nothwendigkeit ihrer Existenz aus der Größe ihrer Bewegung geschlossen. Nur so viel weiß man mit Bestimmtheit, daß sie keine quergestreifte Muskelfasern habe, und schließt daraus, daß sie also ungestreifte (organische) haben möge. Aus den vorausgehenden Versuchen ergiebt sich, daß das Verhalten der Iris der Säugethiere gegen die Einwirkung des galvanischen Stromes des Rotationsapparates dieser Annahme vollkommen entspricht. Aus der Thatsache, daß die Iris auf diese Einwirkung sich zusammenzieht und die Pupille erweitert, muß man schließen, daß die Muskelfasern, die diese Bewegung erzeugen, strahlig, d. h. vom äußeren Rande der Iris zum Pupillenrande laufen. Manche andere schon vorhandene Thatsachen lassen aber vermuthen, daß die Wiederausdehnung der Iris nicht allein durch ihre Elasticität bewirkt werde, und daß also außer den strahligen, noch Fasern von anderer Richtung, namentlich Kreisfasern vorhanden sein mögen, wenn auch die strahligen Fa-

fern das Uebergewicht haben mögen, weil die Iris auf eine allgemeine Reizung aller ihrer Theile sich zusammenzieht. Schon die Thatsache nämlich, daß die Pupille sich im Leben weiter verengt, als man sie im Tode findet, läßt vermuthen, daß die höheren Grade der Verengung nicht durch die Elasticität des Gewebes, sondern durch Muskelbewegung geschehen. Wenn ein Loch in der Iris nahe an ihrem Pupillenrande entsteht, so erweitert sich dasselbe, während sich die eigentliche Pupille verengt, z. B. durch Einwirkung von Licht, und verengt sich, wenn letztere sich erweitert. Wenn dagegen ein Loch am äußeren Rande der Iris entsteht, während die eigentliche Pupille sich schließt und verwächst, so bewegt sich dieses äußere Loch nach denselben Regeln, nach welchen sich sonst die Pupille zu bewegen pflegt, woraus mein Bruder im Allgemeinen den Schluß gezogen hat, daß die ganze Iris bis an den äußeren Rand mit Muskelfasern versehen sein müsse. Daß sich ein Loch am äußeren Rande der Iris bei Verschlossenheit der Pupille nach denselben Regeln bewegt, nach welchen sich sonst die Pupille zu bewegen pflegt, wird durch das Vorhandensein von strahligen Fasern vollkommen erklärt; denn die Fasern, welche bei Einreißung des Loches ihre Befestigung am äußeren Rande der Iris verlieren, erhalten durch die Verwachsung der Pupille eine neue Befestigung im Centrum der Iris, und müssen daher, statt daß sie früher sich von innen nach außen zusammenzogen und die centrale Pupille erweiterten, sich jetzt von außen nach innen zusammenziehen und das Loch am äußeren Rande erweitern. Die Bewegung eines Loches in der Nähe des Pupillenrandes dagegen, welches, wie sich auch die Pupille bewegen mag, sich stets mit ihr, aber im entgegengesetzten Sinne bewegt, kann durch die Wirkung der strahligen Fasern allein nicht erklärt werden, sondern fordert die Existenz von Kreisfasern, welche zwischen beiden Löchern gelegen sind und dadurch nothwendig auf beide entgegengesetzt wirken. In der Voraussetzung des Vorhandenseins solcher Kreisfasern und in der Absicht, durch sie eine Verengerung der Pupille zu bewirken, wurden, um den galvanischen Strom allein oder vorzugsweise auf den Pupillenrand wirken zu lassen, zwei Nadeln an den Enden der Leitungsdrähte befestigt, in der Nähe der Mitte der Hornhaut eingestoßen und entweder mit dem Rande der Pupille unmittelbar in Berührung gebracht oder ihre beiden Spitzen in der Mitte der Pupille einander genähert. Am Katzenauge erfolgte bei diesem Verfahren mehrmals eine schwache momentane Verengerung der Pupille, welche bald der kräftigeren erweiternden Thätigkeit der strahligen Fasern Platz machte. Auch beim Kaninchenauge habe ich einigemal auf dieselbe Weise Verengerung der Pupille entstehen sehen. Mit größter Deutlichkeit aber und zu wiederholten Malen sah ich am Auge eines Hundes eine nicht unbeträchtliche Verengerung der Pupille der Erweiterung derselben vorausgehen, als ich die Iris auf gewöhnliche Weise vom Rande der Sclerotica aus galvanisirte.

Als ich nun die Iris eines Vogels, z. B. eines Huhnes oder einer Taube, welche gestreifte Muskelfasern besitzt, auf dieselbe Weise, wie die des Kaninchens oder der Katze reizte, so erfolgte erstlich nicht Erweiterung, sondern Verengerung der Pupille. Die Verengerung trat aber auch nicht allmälig ein, sondern schnell und vollständig im Augenblicke, wo der Strom zu wirken begann, blieb unverändert, so lange der Strom fortwirkte und verschwand bei Abbrechung des Stromes ebenso augenblicklich, als sie eingetreten war. Es besitzt folglich die Iris der Vögel animalische Muskelbewegung, ganz entsprechend der gestreiften animalischen Form der von Krohn in ihr entdeckten Muskelfasern. Die merkwürdige Erscheinung, daß die Pupille der

Vögel umgekehrt, wie die der Säugethiere, durch die Muskelbewegung der Iris nicht erweitert, sondern verengert wird, hat darin ihre Ursache, daß eben jene Muskelfasern nicht strahlenförmig vom äußeren Rande zum Pupillenrande verlaufen, sondern kreisförmig, und namentlich am inneren Rande der Iris um die Pupille einen Muskelring bilden, der nothwendig die Iris ausdehnen und die Pupille verengern muß. So wenig man aber in der Iris der Vögel strahlige Muskelfasern entdecken konnte, ebenso wenig gelingt es, auch nur eine Andeutung von Erweiterung durch den galvanischen Strom zu bewirken. Die Erweiterung der Pupille scheint daher hier nur durch die Elasticität der Iris bewirkt zu werden, die sie auch nach dem Tode noch in sehr hohem Grade besitzt.

Organische Bewegung des Herzens.

Das Herz unterscheidet sich durch seine Bewegungen in sehr vieler Hinsicht von anderen organischen Muskeln, zunächst durch die rastlose Thätigkeit während der ganzen Dauer des Lebens, durch den regelmäßigen Wechsel von Bewegung und Ruhe und den eigenthümlichen Rhythmus, mit welchem es seine Bewegungen in derselben Reihenfolge in gleichen Zeitabschnitten wiederholt.

Mit Unrecht hielt Haller [1]) den Reiz, welchen das Blut abwechselnd auf die innere Oberfläche des Herzens hervorbringt, für die Ursache der Herzbewegung und ihrer rhythmischen Form, indem er sich auf folgenden Versuch stützte. Er öffnete bei lebenden Katzen, Hunden und jungen Böcken die Venae cavae, drückte alles Blut aus diesen Venen und der Vorkammer aus und verhütete, indem er erstere unterband, daß Blut von Neuem hineinkam. Augenblicklich fiel die rechte Vorkammer zusammen und blieb fortan ganz bewegungslos, während die linke Vorkammer und die linke Herzkammer ihre Pulsationen fortsetzten und auch die rechte Herzkammer, die sich nicht ganz entleeren ließ, einigen Antheil an diesen Bewegungen nahm. Aber dieser Erfolg muß wohl ganz anders erklärt werden, als Haller es that; denn eines Theils konnte der rechte Vorhof nicht völlig blutleer werden, weil die große Herzvene fort und fort ihr Blut in denselben ergoß; andern Theils konnte der Vorhof unter den gegebenen Verhältnissen gar nicht sein Volumen wieder vergrößern und abwechselnd wieder verkleinern, auch wenn seine Fasern sich noch ferner abwechselnd verkürzten und verlängerten, weil, wenn das Blut nicht in größerer Masse in denselben eindringt, der Luftdruck der Atmosphäre die Wände desselben, auch wenn sie sich vergrößern, sich von einander zu entfernen verhindert. Die Bewegungen der Muskelfasern selbst aber mußten Haller'n an den dünnen Wandungen des Vorhofes viel leichter entgehen, als am Ventrikel, wo er sie beobachtete, weil seine Masse sehr groß ist. Wir müssen vielmehr aus den schon oben angeführten Gründen die Ursache der rhythmischen Herzbewegungen, wie die der planmäßig geordneten Bewegungen anderer unwillkürlicher Muskeln in den Nerven, und zwar zunächst in den Geflechten derselben, die sich im Herzen selbst befinden, suchen, weil das Herz, auch herausgeschnitten, seine Bewegungen, und zwar in derselben Ordnung und Reihenfolge fortsetzt, was man besonders leicht an dem Froschherzen beobachten kann. Es bildet demnach das Herz mit den in ihm befindli-

[1]) Haller, Experimenta de motu cordis a stimulo nato. Comment. soc. reg. Gotting. Tom. I. 1751. p. 263.

chen Nerven für sich allein einen ähnlichen automatischen Mechanismus, wie die willkürlichen Respirationsmuskeln zusammen mit der Medulla oblongata und den sie verbindenden Nerven, welche vereinigt, gleichfalls unabhängig vom übrigen Körper, und namentlich vom übrigen Nervensysteme (siehe Seite 6), ihre rhythmische Thätigkeit automatisch fortsetzen.

Auf die rhythmischen Bewegungen des Herzens äußert, wie schon lange bekannt ist, die Wärme einen sehr mächtigen Einfluß, indem sie dieselben häufiger und kraftvoller macht, während die Kälte sie schwächt und verzögert. Mein Bruder Ernst Heinrich hat über diesen Gegenstand mehrfache Versuche angestellt, deren Ergebnisse ich aus eigener Anschauung kenne. Wenn das Herz des Hühnchens im Eie wegen zu großer Abkühlung schon längere Zeit still gestanden hat, reicht es aus, das Gefäß, in dem es sich befindet, zu erwärmen, damit es seine Bewegung ohne einen andern wahrnehmbaren äußeren Anstoß zu erhalten, wieder beginne und fortsetze, und man kann durch den Grad der Wärme, den man auf das Herz des Hühnchens wirken läßt, das Tempo, in welchem sich die periodischen Bewegungen wiederholen, nach Belieben geschwinder und langsamer machen.

Auch bei kaltblütigen Thieren übt die Wärme einen ähnlichen, wenn auch etwas schwächeren, Einfluß auf die rhythmischen Bewegungen des Herzens aus. Es reicht hin, ein Uhrglas, in welchem ein ausgeschnittenes Froschherz liegt, mit der Hand zu erwärmen, um die Zahl der Zusammenziehungen desselben beträchtlich zu vermehren. Nach den Beobachtungen meines Bruders führte z. B. die Vorkammer eines Froschherzens abgeschnitten von seiner Herzkammer und 50 Stunden, nachdem das Herz aus dem Körper herausgenommen worden war, in einer Minute $8\frac{2}{3}$ Zusammenziehungen aus und wurde durch Erwärmung des Gefäßes, in welchem es lag, mit der Hand so beschleunigt, daß sie sich nun $18\frac{1}{2}$mal in der Minute zusammenzog.

So wie sich das Herz den animalischen Muskeln wegen der Querstreifung seiner Fasern in der Form nähert, so hat es auch in seinen Bewegungen manche Aehnlichkeit mit denselben. Die Geschwindigkeit und die große Energie der Bewegung hat es mit den animalischen Muskeln gemein, während es sich übrigens wie die organischen Muskeln verhält Reizt man das Herz durch den Rotationsapparat, indem man bei voller Wirksamkeit desselben den Ventrikel oder den Vorhof mit dessen Leitungsdrähten einige Secunden berührt, so ziehen sich seine Muskelfasern, wie wir es bei anderen organischen Muskelfasern gesehen haben, allmälig dauernd zusammen, so daß die zusammengezogenen Stellen keinen Antheil mehr an der rhythmischen Bewegung nehmen. Man kann auf diese Weise den ganzen Ventrikel und den ganzen Vorhof dermaßen in anhaltenden oder tonischen Krampf versetzen, daß sie ihre Bewegungen gänzlich einstellen und bewegungslos daliegen. Das Herz verharrt auch nach Unterbrechung des Stromes in diesem Zustande lange Zeit völlig bewegungslos, und erst sehr spät und sehr allmälig kehren, indem sich der tonische Krampf endlich verliert, die rhythmischen Bewegungen desselben zurück.

Das Herz besitzt die äußerst merkwürdige Eigenthümlichkeit, welche damit zusammenhängt, daß es zweierlei Nerven, vom Nerv. vagus und vom Nerv. sympathicus, erhält, daß dieselben reizenden Einflüsse, z. B. der galvanische Strom des Rotationsapparates, je nachdem man ihn auf verschiedene Theile des Herzens einwirken läßt, entgegengesetzte Wirkungen in demselben hervorbringen. Während nämlich durch die Reizung eines Theiles des

Herzens die rhythmischen Zusammenziehungen desselben vermehrt und verstärkt oder der gereizte Theil sogar in fortdauernde tonische Zusammenziehung versetzt wird, werden durch die Reizung eines andern Theiles die Zusammenziehungen des Herzens seltener und schwächer oder hören sogar ganz auf, so daß das Herz längere Zeit in völliger Unthätigkeit und Erschlaffung still steht. Läßt man den Strom des Rotationsapparates nach Abziehung des Ankers auf den Bulbus aortae eines Frosches einwirken, während die Enden der Leitungsdrähte, um seine Ausbreitung zu hindern, einander äußerst genähert sind, so werden die Zusammenziehungen des ganzen Herzens stärker und häufiger; läßt man den Strom auf dieselbe Weise auf den Ventrikel einwirken, so zieht dieser sich dauernd zusammen, während der Vorhof mit vermehrter Frequenz fortschlägt; läßt man dagegen den Strom auf den pulsirenden Theil der Vena cava einwirken, so steht das ganze Herz nach einem nochmaligen Schlage nicht in contrahirtem, sondern in völlig erschlafftem Zustande still, oder es verlangsamt seine Schläge mehr und mehr und geht dadurch allmälig zum völligen Stillstande über.

Folgende, an einem und demselben Froschherzen angestellte Reihe von Versuchen, die ich tabellarisch zusammengestellt habe, giebt eine genauere Vorstellung von den Wirkungen der Berührung des pulsirenden Theiles der Vena cava mit den Enden der Leitungsdrähte, die jedesmal ungefähr vier Secunden dauerte.

Dauer von 5 Schlägen vor dem Galvanisiren.	Dauer des Stillstandes des Froschherzens.	Dauer von 5 Schlägen nach dem Galvanisiren.
15,"5	17,"0	21,"0
14, 5	16, 0	19, 0
13, 5	22, 0	23, 0
13, 0	17, 0	19, 0
11, 8	8, 0	14, 6

Schwächt man den Strom durch Vorlegung des Ankers des Magneten, so sind die Erscheinungen zwar weniger in die Augen fallend, aber dafür in anderer Beziehung sehr lehrreich, weil die Ausbreitung des Stromes dadurch auf eine weit kleinere Stelle eingeschränkt wird. Im Wesentlichen stimmen auch hier die Resultate mit den vorigen überein. Berührt man den Bulbus aortae oder den Ventrikel mit den sich äußerst genäherten Enden der Leitungsdrähte, so tritt, wie oben, Beschleunigung ein, die aber bisweilen nur einige Schläge auf die Minute beträgt. Berührt man den Ventrikel, so geräth derselbe zwar nicht seinem ganzen Umfange nach in tonische Zusammenziehung, wohl aber gerathen die berührten Stellen in tonische Zusammenziehung und verharren darin längere Zeit auch nach Entfernung der Drähte, so daß diese Stellen an den rhythmischen Bewegungen keinen Antheil mehr nehmen. Läßt man die Drähte auf den pulsirenden Theil der Vena cava wirken, so steht das Herz, wie nach Entfernung des Ankers vom Rotationsapparate, still, oder geht durch Verminderung der Zahl seiner Schläge allmälig zum Stillstande über. Es scheint sogar, als ob der minder kraftvolle Strom hier noch vortheilhafter wirke, als der kräftigere bei abgezogenem Anker, vielleicht weil die Nerven nicht so rasch erschöpft werden, worauf ich später zurückkommen will.

Da wir gar keinen Grund haben, den entgegengesetzten Erfolg derselben, nur auf verschiedene Theile einwirkenden Ursache von einer verschiedenen

Organisation der Muskelfaser abzuleiten, da im Gegentheile dieselben Muskelfasern des Herzens, je nachdem der Einfluß auf diesen oder jenen Theil desselben einwirkt, entweder in Thätigkeit oder außer Thätigkeit gesetzt werden; so müssen wir die Ursache dieses verschiedenen Erfolges in verschiedenen Nerveneinrichtungen suchen, welche zugleich im Herzen vorhanden sein müssen, und von denen bald die eine, bald die andere von dem galvanischen Strome afficirt wird. Der eine dieser Nervenapparate, durch welche das Herz zur Thätigkeit angetrieben wird, muß im arteriösen Theile der andere im venösen Theile desselben das Uebergewicht haben, oder von da aus sich im Herzen verbreiten, und es ist aus demselben Grunde zu erwarten, daß schwankende und selbst widersprechende Resultate eintreten werden, wenn der Strom beide Theile ziemlich gleichmäßig afficirt. Das ist auch wirklich der Fall, wenn man durch den galvanischen Strom entweder nur Theile des Herzens afficirt, die zwischen jenen extremen Stellen in der Mitte liegen und daher von beiderlei Nerven gleichmäßig durchdrungen werden, oder alle Theile des Herzens, aber gleichmäßig, vom galvanischen Fluidum durchströmen läßt. Berührt man zum Beispiel den Vorhof mit den genäherten Enden der Leitungsdrähte, wenn der Strom durch Vorlegung des Ankers geschwächt ist, so hört die Bewegung desselben auf der berührten Seite auf, während der Ventrikel zu pulsiren fortfährt. Dieser Stillstand ist eine Wirkung der Unthätigkeit der Muskeln des Vorhofes, denn seine Wände sind während desselben nicht contrahirt, sondern erschlafft, und werden allmälig durch das eindringende Blut, das weniger Widerstand findet, so ausgedehnt, daß der Vorhof strotzend erfüllt wird. Berührt man den Vorhof auf dieselbe Weise, wenn der Strom sich nach Entfernung des Ankers in voller Kraft befindet, so steht er auch still, aber nicht im Zustande der Erschlaffung, sondern im heftigsten Zustande der continuirlichen Zusammenziehung, weil er sich im tonischen Krampfe befindet, so daß das Blut weder durch ihn hindurch, noch in ihn hineintreten kann. Dieser tonische Krampf dauert auch nach Entfernung der Drähte einige Zeit fort und die Vorkammer beginnt erst spät und langsam ihre rhythmischen Bewegungen von Neuem. Der Ventrikel schlägt während dem fort, was beweis't, daß der Strom, ungeachtet seiner Stärke, bei so großer Annäherung der Drahtenden sich nicht so weit ausbreitet. Läßt man ferner den Strom gleichmäßig durch alle Theile des Herzens gehen, indem man das Herz nicht unmittelbar berührt, sondern an die äußeren Seiten beider Lungen breite Streifen von Zinnfolie legt und diese mit den Drahtenden berührt, so daß der Strom nur mittelst der Substanz der Lungen und in breiter Fläche dem Herzen mitgetheilt wird; so bemerkt man bald, wenn das Herz sehr kraftvoll wirkt, besonders im Sommer, Vermehrung der Herzschläge, bald, wenn das Herz minder kraftvoll wirkt, besonders im Winter, Verminderung der Schläge oder selbst allgemeinen Stillstand des Herzens.

Die verschiedenen Nerveneinrichtungen, von welchen diese entgegengesetzten Einwirkungen auf die Thätigkeit der Herzmuskeln ausgeübt werden, lassen sich in der That weiter nachweisen. Der Antrieb zur Thätigkeit geht von den bekannten Herznerven, welche vom Nerv. sympathicus und den Gangliengeflechten zum Herzen gelangen, aus, die Verminderung und Suspension der Herzthätigkeit hängt dagegen von Zweigen ab, die der Nerv. vagus zum Herzen schickt. Gerade die Function der ersteren, die Herzthätigkeit zu beschleunigen, welche man weniger in Zweifel ziehen wird, da sie die allgemein angenommene ist, kann man nicht direct durch isolirte Einwirkung

auf diese Nerven beweisen, wenn sie auch aus anderen Gründen höchst wahrscheinlich wird. Die Function des Nerv. vagus, die Herzthätigkeit zu vermindern, dagegen läßt sich direct durch Versuche beweisen und außer allen Zweifel setzen, wie wir bald sehen werden.

Eine merkwürdige Erscheinung bietet das Herz noch dar, wenn narkotische Stoffe unmittelbar auf dasselbe applicirt werden. Bringt man nämlich etwas Opium purum oder Extractum nucis vomicae auf die äußere Oberfläche des Herzens, so scheint dasselbe sehr wenig oder gar nicht, wenigstens sehr allmälig einzuwirken; die rhythmischen Bewegungen des ausgeschnittenen Froschherzens dauern darauf sehr lange fort; bringt man aber ein wenig Opium oder Extractum nucis vomicae mit der inneren Wand der Herzkammer in Berührung, so steht das Herz sogleich für immer still, öfter schon nach einigen Secunden. Diese von Henry [1]) entdeckte Thatsache ist von Johannes Müller bestätigt worden. Ich habe diesen Versuch am Froschherzen, während es sich noch im Körper befindet, mit einer Auflösung des Strychninum purum in Wasser wiederholt und dabei die Beobachtung gemacht, daß das Herz nicht in Erschlaffung, sondern in Contraction oder im Starrkrampfe stehen blieb. Soll der Versuch vollkommen gelingen, so muß man das Herz vom Blute entleeren, weil das Strychnin das Blut gerinnen macht und dadurch einerseits selbst, indem es sich ausscheidet, in seiner Einwirkung gestört wird, andererseits das geronnene Blut das Herz sich zusammenzuziehen verhindert. Ich öffne daher zunächst die beiden Aortae des bloßgelegten Froschherzens, damit dieses sich entleere, darauf die Venae cavae, damit kein neues Blut zuströme, lasse das Blut vollständig ausfließen und sauge es mit einem Schwämmchen auf. Lasse ich nun in das Herz, das seine Bewegungen fortsetzt, durch ein in die geöffnete Vena cava inferior eingebrachtes Röhrchen einige wenige Tropfen der Strychninlösung fließen, so werden die Pulsationen desselben plötzlich und sehr beträchtlich vermehrt, das Herz zieht sich auf ein kleineres Volumen zusammen und bleibt endlich im Starrkrampfe stehen, wobei die Oberfläche des Ventrikels durch die Contraction seiner Muskelbündel uneben und runzelig wird. Da wir nun wissen, daß die tetanischen Krämpfe, welche das Strychnin in den animalischen Muskeln erregt, nicht durch seine Einwirkung auf die Muskelfasern, auch nicht durch die auf ihre Nerven und deren Stämme, sondern durch seine Einwirkung auf das Rückenmark erzeugt werden, so folgt, daß die Einwirkung des Strychnins auf die Nerven im Herzen einen gleichen Erfolg hinsichtlich dessen organische Muskeln, wie seine Einwirkung auf das Rückenmark hinsichtlich der animalischen Muskeln ausübe, oder daß die Nervengeflechte im Herzen zu dessen organischen Muskeln in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie das Rückenmark zu den animalischen Muskeln.

Verschiedenheit der organischen Muskelbewegung an verschiedenen Theilen.

Aus den oben mitgetheilten Thatsachen ergiebt sich, daß die Bewegung der organischen Muskeln sich nicht allenthalben gleich verhalte, sondern wie deren anatomischer Bau an verschiedenen Theilen verschieden sei. Namentlich beobachtet man einen sehr beträchtlichen Unterschied der Geschwindigkeit und

---

[1]) Henry, Edinb. med. and surg. Journal 1832 und Müller's Physiologie. 4te Aufl. Bd. I. S. 636.

Lebhaftigkeit, mit welcher die Bewegung sowohl nach der Reizung eintritt, als sich fortsetzt. Halten wir uns der Vergleichbarkeit halber vorzüglich an die Bewegungen, welche die verschiedenen Organe auf den sich gleichbleibenden Reiz des Stromes des Rotationsapparates ausführen, so ergiebt sich folgende ungefähre Stufenleiter der Geschwindigkeit, mit welcher die verschiedenen organisch-musculösen Theile des Körpers ihre Bewegungen nach dem stattgehabten Reize beginnen und ausführen.

Die langsamste Bewegung zeigen die Harnleiter und die Gallenblase, bei denen erst durch länger dauernde Einwirkung des Stromes sichtbare Zusammenziehung bewirkt werden konnte, die nur an der gereizten Stelle entstand und sich von derselben aus nicht wellenartig oder peristaltisch längs den Organen fortpflanzte.

Mit größerer Geschwindigkeit folgen am Blinddarme (des Kaninchens) und am Magen auf den Reiz die Bewegungen. Die Einschnürungen bilden sich viel rascher und sichtbarer, nehmen nach Unterbrechung des Reizes immer noch zu und theilen sich allmälig ein wenig den der gereizten Stelle nächstgelegenen Theilen mit. Beide sind jedoch die trägsten Theile des Speisecanales, was mit ihrer Verrichtung übereinstimmt, die Speisen längere Zeit in sich verweilen zu lassen.

Noch schneller und lebendiger erfolgen die Bewegungen bei der Iris (von welcher hier nur die Rede ist, insofern sie organische Muskelfasern besitzt) und auch bei der Harnblase, wenn die in ihr enthaltene Flüssigkeit nicht zu großen Widerstand leistet. Die zusammenziehende Bewegung breitet sich bei letzterer sogar wellenartig über ihre Oberfläche aus und erneuert sich ohne neuen Impuls.

Ungleich rascher und vollkommen peristaltisch sind die Bewegungen der Samenleiter, des trächtigen Uterus, der dicken und dünnen Gedärme, und vor allen der Speiseröhre, auch wenn sie organische Muskeln besitzt, welche auch sämmtlich, nur die Samenleiter ausgenommen, schon allein durch den Einfluß der atmosphärischen Luft in Bewegung gerathen.

Das Herz endlich hat unter allen organischen Muskeln die lebhaftesten und energischsten Bewegungen, welche daher auch am geschwindesten dem Reize auf dem Fuße folgen, so daß sie gewissermaßen den Uebergang zu den raschen und kraftvollen Bewegungen der animalischen Muskeln machen, sowie seine Muskelfasern den Uebergang zu der Form der animalischen Muskelfasern bilden.

Bewegungen der Muskeln wirbelloser Thiere durch Reizung ihrer Substanz.

Bei den wirbellosen Thieren scheinen nicht dieselben anatomischen Unterschiede der animalischen und organischen Muskeln stattzufinden, wie bei den Wirbelthieren. Bei den Crustaceen und Insecten haben, wie es scheint, sämmtliche Muskeln gestreifte Fasern, während bei den Mollusken und Würmern alle Muskeln ungestreift sind. Der Darmcanal des Krebses zeigte, ungeachtet er, wie Valentin beobachtet hat und ich bestätigen kann, gestreifte Muskelfasern besitzt, vollkommen organische Bewegung, denn er zog sich sehr bald schon durch Einwirkung der Luft zusammen; berührte man ihn, ehe dies geschah, mit den Drähten des Rotationsapparates, so zog er sich an der berührten Stelle zusammen und verharrte in dieser zusammengezogenen Form. Auf ähnliche Weise verhielt sich auch der Darmcanal eine-

Weidenraupe, während ihre Rumpfmuskeln animalische Bewegung zeigten, d. h. sich momentan zusammenzogen, so lange der Strom einwirkte, es blieben, und bei Unterbrechung desselben gleich wieder nachließen.

Sehr eigenthümlich verhielt sich das Herz des Krebses, das auch quergestreifte Muskelfasern hat. Bei Berührung mit den Drähten nämlich zog sich dasselbe zusammen, blieb, so lange es berührt wurde, in der Contraction, kehrte aber gleich, wenn die Drähte entfernt wurden, wieder zu seiner rhythmischen Bewegung zurück. Das Rückengefäß der Weidenraupe, Sphinx cossus, dessen Zusammenziehung wellenförmig von seinem hinteren Ende zum vorderen fortschreitet, gebrauchte nach der Oeffnung des Körpers zu 10 Schlägen 46 Secunden. Wurde es einen Moment lang mit den Drähten des Rotationsapparates (bei vorliegendem Anker) berührt, so stand der vordere Theil von der berührten Stelle an still, während der hintere Theil seine Bewegungen bis zu derselben Stelle hin, aber langsamer fortsetzte, so daß er zu 10 Schlägen, statt 46 Secunden, 54 gebrauchte. Ungefähr nach einer Minute fing auch der vordere Theil wieder an zu schlagen, aber in einem langsameren Tempo, so daß seine Schläge mit dem je vierten des hinteren Theiles zusammenfielen. Berührte man nun wieder die vordere Hälfte in ihrer Mitte, so stand das erste Viertel still, während das zweite Viertel und die hintere Hälfte im ungleichen Tempo fortschlugen. Als nun auch das vorderste Viertel wieder zu schlagen begann, zerfiel das ganze Rückengefäß in drei Theile, von denen jeder in einem andern Tempo schlug.

Bei den Schnecken, welche nur ungestreifte Muskeln besitzen, haben auch die der Ortsbewegung dienenden Muskeln eine der organischen ähnliche Bewegung. Um sicher zu sein, an dem zu prüfenden Muskelstücke keinen Theil des Centralorganes des Nervensystemes mit zurückzubehalten, schnitt ich mit der Scheere den musculösen Rand des Fußes auf der einen Seite ab. Derselbe lag hierauf unbewegt da; so wie ich ihn aber mit den Drähten des Rotationsapparates während eines Augenblickes berührte, machte derselbe wurmförmige Bewegungen, welche einige Zeit nach der Berührung noch fortdauerten. Es scheint demnach, daß bei diesen Thieren organische Muskeln auch zu Zwecken des Willens dienen. Bei Blutegeln habe ich nach Entfernung des Bauchstranges des Nervensystemes keine so deutliche organische Bewegung der Hautmuskeln wahrnehmen können. Es traten hier wenigstens nach Entfernung der Drähte von selbst keine neuen Bewegungen ein, im Gegentheile erfolgte stets ein deutlicher Nachlaß derjenigen Contraction, welche durch die Berührung mit denselben veranlaßt worden war, wenn auch übrigens unabhängig davon die sämmtlichen Muskeln sich in einer fortdauernden gelinden Zusammenziehung befanden.

Vom Einflusse der zu den organischen Muskeln gehenden Nerven auf die Bewegung derselben.

Die Nerven der unwillkürlichen Muskeln stehen nicht in demselben Verhältnisse zu diesen, wie die motorischen Spinalnerven zu den willkürlichen Muskeln. Es ist viel darüber gestritten worden, ob man durch Reizung der Nerven die unwillkürlichen Muskeln aus der Entfernung in Bewegung setzen könne. Blainville, Breschet, Milne Edwards, Tiedemann und Gmelin glauben, daß die Muskelhaut des Magens gelähmt werde, wenn man die Nervi vagi durchschneidet, und suchen hierdurch den Einfluß dieser

Nerven auf die Verdauung zu erklären, welche nach Wilson Philip's Beobachtungen durch Zerschneidung der Nervi vagi gehemmt oder verlangsamt wird. Bernard[1]) durchschnitt bei einem Hunde, der eine durch Kunst gebildete Magenfistel hatte, die Nervi vagi, und glaubte, durch die Oeffnung hindurch wahrzunehmen, wie die Schleimhaut des Magens, welche roth und turgescirend war, zusammenfiel, blaß wurde, und ihre Empfindlichkeit und Bewegung verlor, und daß die Secretion des Magens aufhörte; auch sagen Tiedemann und Gmelin[2]), daß mechanische und chemische Reizungen dieser Nerven Zusammenziehung der Muskelhaut des Magens bewirken, wie sie bei ihren Untersuchungen mehrmals beobachtet hätten, und Bischoff[3]) behauptet, durch Reizung des Vagus am Halse bei lebenden oder eben getödteten Hunden jedesmal Bewegungen des Magens gesehen zu haben. Valentin bestätigt dasselbe, die Bewegung des Magens bleibe nicht aus, wenn man den Nerv eines Thieres am unteren Theile des Halses oder in der Brust reize, und Longet[4]) versichert endlich, durch mechanische und galvanische Reizung des Nerv. vagus bei mehren Thieren offenbar Bewegung des Magens erregt zu haben. Derselbe bekam eine Einschnürung und die Contenta traten durch den Pylorus aus; in anderen Fällen waren indessen die Bewegungen geringer oder fehlten. Deutliche Bewegungen entstanden nur, wenn der Magen erfüllt und in der Verdauung begriffen war; im entgegengesetzten Falle waren sie sehr schwach. Reizung des Nerv. splanchnicus major und des Ganglion coeliacum erregte nach ihm keine Bewegung des Magens, wohl aber in den dünnen Gedärmen. Alex. v. Humboldt[5]) sah durch eine einfache galvanische Reizung der Nervi cardiaci bei Säugethieren Bewegungen des Herzens entstehen, Burdach[6]) Beschleunigung des Herzschlages durch Betupfen der Nervi sympathici mit Kali causticum oder Ammonium causticum, und Joh. Müller[7]) gleichfalls durch Betupfen des Ganglion coeliacum mit Kali causticum bei einem Kaninchen die schon sehr matt gewordenen Bewegungen der Därme wieder sehr lebhaft werden. Andere Physiologen dagegen, wie Wilson Philip[8]), Mayow[9]), Magendie, Dieckhof[10]) und Reid haben sich von unzweideutigen Wirkungen, welche die Reizung von Nerven auf die Bewegung unwillkürlicher Muskeln hervorbringen, nicht überzeugen können.

An sich wird es wohl jetzt von keinem Physiologen mehr in Zweifel gezogen, daß aus der Entfernung auf die Bewegungen dieser Organe durch die zu ihnen gehenden Nerven während des Lebens eingewirkt werden könne, da man weiß, daß z. B. Gemüthsbewegungen auf die Bewegungen des Herzens einen sehr plötzlichen und merklichen Einfluß äußern, was, da es keinen andern Weg giebt, nur durch die Nerven geschehen kann. Es wird daher nur von Manchen bezweifelt, daß durch äußere Reizung dieser Ner-

---

[1]) Bernard, Comptes rendus T. XVIII. 1845. Nr. 22 et 27.

[2]) Die Verdauung, nach Versuchen von Tiedemann und Gmelin. 1826. 4. Bd. 1. S. 339.

[3]) Bischoff in Müller's Archiv. 1838. S. 496 d. Anmerkung.

[4]) Longet, Comptes rendus. T. XIV. 1842. p. 266.

[5]) Alex. v Humboldt, Ueber gereizte Muskel- und Nervenfaser. Bd. I. S. 342

[6]) Burdach, Physiologie. Bd. IV. S. 462.

[7]) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. 1844 Bd. I. S 631.

[8]) Wilson Philip, An experimental inquiry in to the laws etc. Lond. 1818. p. 139

[9]) Mayow. Siehe bei Longet a. a. O.

[10]) Dieckhof, Dissertatio de actione quam nervus vagus in digestionem exerceat. Berolini 1836. p. 35.

ven solche Wirkungen hervorgebracht; und namentlich mit Sicherheit beobachtet worden seien.

Die Thatsache, daß die besten Beobachter hierüber mit einander in Widerspruch stehen, beweis't, daß die Ursache der Unsicherheit nicht in den Beobachtungen, sondern in den beobachteten Nerven und Muskeln liege, deren Verhältniß zu einander ein ganz anderes ist, als das der motorischen Spinalnerven zu den animalischen Muskeln. Wir wissen, daß die animalischen Muskeln mit gleicher Sicherheit und Vollkommenheit in Zusammenziehung versetzt werden, man mag die reizenden Einflüsse auf ihre Substanz oder auf die zu ihnen gehenden Nerven wirken lassen. Man bringt auch die organischen Muskeln durch Einwirkungen auf ihre Substanz mit vollkommner Sicherheit zur Zusammenziehung, und ständen die Nerven zu diesen in demselben Verhältnisse, wie zu den animalischen, so müßte dasselbe auf gleiche Weise durch Reizung der zu ihnen gehenden Nerven, wie durch Reizung ihrer Substanz geschehen, was aber nicht der Fall ist. Man muß, wie schon oben bemerkt worden ist, deßhalb vermuthen, daß die Einwirkung dieser Nerven auf die organischen Muskeln keine unmittelbare ist, wie die der motorischen auf die willkürlichen Muskeln, sondern eine mittelbare, wie die Einwirkung der Empfindungsnerven auf die animalischen Muskeln bei den Reflexerscheinungen, mit der wir sie früher ihren Erscheinungen nach verglichen haben und deren Erfolge aus derselben Ursache gleichfalls sehr unbestimmt sind. Der Grund aber, warum man auch nicht mit der Sicherheit, mit welcher man Reflexbewegungen der animalischen Muskeln erregt, Bewegungen der organischen Muskeln durch Reizung ihrer Nerven bewirken kann, liegt darin, daß letztere durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft in Bewegung gerathen, die man um so weniger von den Wirkungen der Reizung der Nerven unterscheiden konnte, da alle bisher angewandten Reizmittel nur momentan, der Reiz der atmosphärischen Luft aber fortdauernd wirkt; die organischen Muskeln aber, weil sie nur langsam in Bewegung gerathen, weit vollkommner durch anhaltende, wenn auch gelinde Reize, als durch noch so heftige momentan wirkende Reize in Thätigkeit gesetzt werden. Es ist mir aber dadurch, daß ich einerseits vermeide, die Eingeweide dem Einflusse der atmosphärische Luft bloßzustellen, andererseits, ihre Nerven durch den galvanischen Strom des Rotationsapparates anhaltend und daher wirksamer in Thätigkeit setze, gelungen, sehr bestimmte Einwirkungen der gereizten Nerven auf die Bewegung der organischen Muskeln zu erhalten, die keinen Zweifel darüber mehr übrig lassen, wie Jeder sich überzeugen wird, wenn er die Versuche unter gleichen Verhältnissen wiederholt.

Verhalten des Herzens, wenn seine Nerven gereizt werden.

Eine auf das Mannichfaltigste abgeänderte Reihe von Versuchen, welche ich gemeinschaftlich mit meinem Bruder Ernst Heinrich ausgeführt habe, hat uns zu der Entdeckung geführt, daß durch Reizung der Nervi vagi oder der Hirntheile, von dem sie entspringen, das Tempo der rhythmischen Bewegungen des Herzens verlangsamt und sogar das Herz ganz zum Stillstande gebracht wird. Ich werde auf diese Beobachtungen etwas näher eingehen, weil sie den ersten sicheren Beweis geben, daß man durch Einflüsse vom Gehirne aus auf die Herzthätigkeit einwirken könne; weil, zweitens, diese Einwirkung

durch einen Nerven geschieht, den man bei den Herzbewegungen für unbetheiligt gehalten hat; weil endlich die Art der Einwirkung eines Nerven auf Muskelorgane, nämlich nicht Bewegungen desselben zu erzeugen, sondern Bewegungen, die außerdem stattfinden würden, zu hemmen oder gänzlich zu verhindern, neu und unerwartet ist.

1) Wurden die beiden Schließungsdrähte eines in Bewegung gesetzten Rotationsapparates, von welchem, um die ganze Kraft wirken zu lassen, der Anker weggenommen worden war, mit dem oberen und unteren Ende des Ruckenmarkes eines enthaupteten Frosches oder mit der Schnittfläche des oberen Endes allein in Berührung gebracht, so wurde das Tempo der Herzpulsationen bei dieser Schließung des galvanischen Kreises nicht wahrnehmbar abgeändert; wurde aber der eine Draht in die eine Nasenhöhle eines nicht enthaupteten Frosches eingeführt, der andere mit dem querdurchschnittenen Rückenmarke am vierten oder sechsten Wirbel in Berührung gebracht und nun, nachdem der Anker vom Rotationsapparate entfernt worden war, das Gehirn und Rückenmark galvanisirt, so stand das Herz nach ein paar Pulsationen völlig still, und blieb auch noch eine Anzahl Secunden bewegungslos, nachdem man den Strom unterbrochen hatte; dann fing es an einer kleinen beschränkten Stelle wieder an, erst äußerst schwach und in sehr langen Zwischenräumen sich zu bewegen, die Bewegung breitete sich dann mit jeder neuen Pulsation über einen größeren Theil des Herzens aus, wurde kräftiger, die Pulsationen folgten in immer kürzeren und kürzeren Zwischenräumen, bis endlich das Herz das vorige Tempo der Schläge und seine volle Thätigkeit wieder erreicht hatte; während des Stillstandes war das Herz nicht zusammengezogen, sondern erschlafft, denn es war platt zusammengefallen und vergrößert, wie in der Diastole, und füllte sich allmälig mit Blut.

2) Um nun den Theil des Nervensystemes, von dem dieser hemmende Einfluß auf das Herz ausgeübt wurde, aufzufinden, wurde bei einem Frosche der Kopf von dem Rückgrate zwischen dem Hinterhaupte und dem ersten Halswirbel so getrennt, daß das Herz, die Lungen und die Eingeweide mit dem Kopfe in Verbindung blieben und darauf beide Schließungsdrähte des Rotationsapparates nahe neben einander an die obere Schnittfläche der Medulla oblongata gebracht. Auch jetzt erfolgte die Hemmung der Herzthätigkeit. Sie trat bald vollkommener, bald unvollkommener ein, je nachdem das Individuum mehr oder weniger frisch und kräftig, die Nerventheile weniger oder mehr erschöpft waren, der Strom unter günstigeren oder weniger günstigen Verhältnissen einwirkte: entweder verlangsamte sich der Puls des Herzens vom Momente des Galvanisirens an oder das Herz stand nach einigen sehr langsamen Schlägen still, oder es stand nicht selten auch fast augenblicklich still und blieb so lange bewegungslos, bis der Nervus vagus durch das fortgesetzte Galvanisiren erschöpft und dadurch unfähig geworden war, die Eindrücke durch sein lebendiges Leitungsvermögen zum Herzen fortzupflanzen. Dieses erfolgte bei einem sieben Minuten vorher getödteten Frosche, nachdem das Galvanisiren fünfundfunfzig Secunden lang fortgesetzt worden war; dann trat, ungeachtet des ununterbrochenen Galvanisirens, eine schwache Zusammenziehung des Herzens wieder ein, die sich nach einer Pause von zweiundzwanzig Secunden, trotz des fortdauernden Galvanisirens, verstärkt wiederholte und allmälig so beschleunigte, daß sich endlich die Pulsation des Herzens so wiederherstellte, wie sie vor dem Versuche zu sein pflegte.

Ich will zur Erläuterung eine von den vielen Versuchsreihen, die wir gemacht haben, hier mittheilen, die die Verlangsamung des Pulses des Herzens bewiesen. Das Herz eines Frosches, das mit dem abgeschnittenen Kopfe in Verbindung gelassen worden war, schlug 36mal in der Minute. Als die Medulla oblongata eine Minute lang galvanisirt wurde, verminderten sich dabei die Schläge des Herzens bis auf acht in der Minute. Hierauf hielt man mit dem Galvanisiren etwas inne. Nachdem das Herz einige Schläge gethan hatte, zählte man die Schläge desselben und fand, das es in einer Minute wieder 36mal schlug. Als man nun die Medulla oblongata von Neuem galvanisirte, schlug das Herz in ½ Minute nur 4mal, so daß also, acht Schläge auf eine Minute gingen. Nun stellte man wieder das Galvanisiren eine Zeitlang ein, wobei das Herz wieder 36mal in einer Minute schlug. Die Einwirkung auf die Herzthätigkeit ging also vom gereizten Gehirne aus und wurde durch Abtrennung des Rückenmarkes von demselben nicht gestört.

3) Um nun genauer zu bestimmen, von welchen Theilen des Gehirnes diese Wirkung auf die Herzthätigkeit ausgehe, wurden die Enden der Leitungsdrähte einander so genähert, daß man nur eben noch zwischen ihnen durchsehen konnte und mit denselben zunächst die Hemisphären des großen Gehirnes eines Frosches, an dem die Schädelhöhle und der Wirbelcanal aufgebrochen worden war, berührt; das Herz änderte aber seine Bewegungen nicht. Es wurden daher jetzt die Vierhügel mit den Drähten berührt, worauf das Herz schon nach drei Schlägen still stand. Um zu prüfen, ob dieser Erfolg von den Vierhügeln selber ausginge oder nur dadurch entstünde, daß sich der galvanische Strom von hier zur Medulla oblongata ausbreitete, wurden die Vierhügel von der letzteren durch einen queren Einschnitt getrennt. Ungeachtet nun die Schnittflächen gleich wieder in vollkommne Berührung kamen, fand, als die Vierhügel von Neuem gereizt wurden, keine Einwirkung auf das Herz mehr Statt, so daß es jetzt ungestört fortschlug. Hieraus muß man schließen, daß der auf die Vierhügel einwirkende galvanische Strom nicht die Medulla oblongata mit afficirt und dadurch auf das Herz eingewirkt habe: denn dann würde beides auch noch nach der Durchschneidung stattgefunden haben, sobald nur die Schnittflächen wieder vollständig vereinigt waren; sondern daß jene Hemmung der Herzthätigkeit schon durch die Einwirkung des Stromes auf die Vierhügel allein entstehe und ihr Eintritt daher durch den Schnitt am oberen Rande der Medulla oblongata verhindert werden mußte. Das Herz stand daher gleich wieder still, als das Gehirn unterhalb des Schnittes an der Medulla oblongata berührt wurde. Es nimmt also, wenn das Gehirn und dessen Nerven unverletzt sind, jener Einfluß auf das Herz oberhalb schon an den Vierhügeln seinen Anfang. Auf entsprechende Weise wurde jetzt von unten her das Rückenmark zunächst an der Halsanschwellung, von welcher der große Armnerv entspringt, mit den Leitungsdrähten berührt; aber die Pulsationen des Herzens blieben, wie bei der Berührung des großen Gehirnes ungestört. Als man aber die Medulla oblongata am unteren Ende des Calamus scriptorius berührte, stand das Herz bei der vierten Pulsation wieder still. Wurde nun die Medulla oblongata dicht neben dem hinteren Ende des Calamus scriptorius quer durchschnittten und darauf die Medulla wieder an der vorigen Stelle unterhalb des Schnittes galvanisirt, so blieb der Herzschlag ungeändert, ungeachtet auch hier die Schnittflächen sich wieder in vollkommner Berührung befanden, stand aber

gleich wieder still, als die Medulla oblongata **oberhalb** des Schnittes berührt wurde. Der Theil des Gehirnes also, von dem jene Einwirkung auf die Bewegung des Herzens ausgeübt wurde, reichte beim Frosche von den Vierhügeln bis zum unteren Ende des Calamus scriptorius an der Medulla oblongata.

4) Es entstand nun die Frage, durch welche Nerven wohl dieser Hirntheil den hemmenden Einfluß auf die Pulsation des Herzens ausüben möge? Um zu sehen, ob die Nervi vagi es seien, wurde bei einem Frosche wieder die Medulla oblongata bloßgelegt und durch Galvanisirung derselben das Herz zum Stillstand gebracht. Nachdem es zu seiner Thätigkeit wieder zurückgekehrt war, wurde der Nerv. vagus der einen Seite außerhalb des Schädels durchschnitten, ein möglichst langes Stück lospräparirt, aufgehoben, und an seinem Ende mit beiden Leitungsdrähten berührt. Aber es erfolgte keine Einwirkung auf das Herz, so daß dieses nach wie vor 33mal in einer Minute schlug, wohl aber stand das Herz gleich nach wenigen Schlägen still, als man, während der eine Leitungsdraht mit dem durchschnittenen Nerv. vagus in Berührung blieb, mit den anderen die Medulla oblongata berührte, so daß also beide Nervi vagi, der eine unmittelbar, der andere von der Medulla oblongata aus afficirt wurden. Es war folglich die Mitwirkung **beider Nervi vagi** nothwendig, wenn von der Medulla oblongata aus Verlangsamung und Stillstand der Herzbewegungen bewirkt werden sollte. Als wir daher beide Nervi vagi durchschnitten und sie entweder auf eine Glasplatte gelegt oder in freier Luft beide zugleich mit den Enden der Leitungsdrähte in Berührung brachten, stand das Herz nach einigen Pulsationen, die nicht beschleunigt waren, gleichfalls still, ohne daß zugleich eine Einwirkung auf die Medulla oblongata stattfand. Nach einem so etwa funfzehn Secunden fortgesetzten Galvanisiren dauerte es nach Unterbrechung des Stromes acht bis fünfundzwanzig Secunden, ehe das Herz von selbst und ohne gereizt zu werden, wieder zu schlagen anfing.

5) Um zu sehen, ob diese Einwirkung auf das Herz etwa auch durch die Einwirkung des galvanischen Stromes auf den Nervus sympathicus entstehen könne, legten wir das in der Nähe des Kopfes liegende Stück desselben auf beiden Seiten nebst einer neben ihm liegenden Arterie frei, hoben es mittelst eines angebundenen Fädchens in die Höhe und berührten dasselbe in der Luft auf beiden Seiten mit den Schließungsdrähten. Das Herz pulsirte, bevor es galvanisirt wurde, 13mal in zwanzig Secunden (39mal in einer Minute) und ebenso oft schlug es auch während des Galvanisirens, es mochte mit oder ohne Anker ausgeführt werden, ungeachtet es gleich wieder stillstand, als wir beide Nervi vagi von Neuem mit den Leitungsdrähten berührten.

6) Daß die die Herzbewegungen hemmende Einwirkung auch nicht dadurch entstand, daß wider Erwarten der galvanische Strom selbst das Herz erreichte, sieht man daraus, daß der Versuch mißlingt, wenn die Nervi vagi bei der Präparation gedehnt und gequetscht werden oder durch fortgesetztes Galvanisiren, wegen Erschöpfung, ihren Einfluß auf das Herz verlieren (siehe oben Nr. 2.). Um aber jeden Zweifel zu beseitigen, wurde der Versuch noch so abgeändert, daß die Enden beider bei einem Frosche durchschnittenen und gelös'ten Nervi vagi auf einen, auf einer Glasplatte, befindlichen Streifen Zinnfolie gelegt und jeder mit einem der Leitungsdrähte so berührt wurde, daß er zwischen diesem und der Zinnfolie lag, der Strom also, ohne ausweichen zu können, quer durch beide Nervi vagi hindurchgehen mußte und daher weder durch die Fortsetzung der Nervi vagi, noch durch andere feuchte

Theile zum Herzen gelangen konnte. Dessenungeachtet wurde aber auch bei diesem Versuche das Herz zum Stillstande gebracht.

Alle die angeführten Versuche über den hemmenden Einfluß, den die galvanisirten Nervi vagi auf die Bewegung des Herzens ausüben, ließen sich mit so sicherem Erfolge wiederholen, daß wir diese Thatsache als völlig gewiß betrachten müssen.

Daß der Nervus vagus auch bei den Säugethieren einen ähnlichen Einfluß auf das Herz ausübt, wie beim Frosche, erhellt aus folgenden Versuchen. Wir betäubten eine junge, vielleicht vier Wochen alte Katze, indem wir sie vor den Kopf schlugen, die vagi am Halse wurden nun schnell entblößt, durchschnitten und die Enden derselben frei gemacht und mit Pincetten in die Höhe gehoben, die selbst wieder mit den Schließungsdrähten des Rotationsapparates in Verbindung standen. Beim Galvanisiren wurde die Zahl der Schläge des Ventrikels sogleich auf die Hälfte heruntergebracht, von 22 in 30 Secunden auf 11, und auch die Zahl der Pulsationen der Vorkammern, die noch einmal so geschwind schlugen, als die Ventrikel, verminderte sich in derselben Zeit während des Galvanisirens ungefähr bis auf die Hälfte der Schläge, nämlich von 43 Schlägen in 30 Secunden bis auf 22. Als man mit dem Galvanisiren nachließ, stieg die Zahl der Pulsationen der Vorkammern wieder so, daß sie 10 Secunden darauf wieder 28 in 30 Secunden war. Als nun von Neuem 10 Secunden lang galvanisirt wurde, stand das Herz wieder still, sobald man aber wieder aufhörte zu galvanisiren, bewegten sich die Vorkammern von selbst wieder und pulsirten bald 26mal in 30 Secunden. Der nämliche Versuch wurde nochmals wiederholt und die Vorkammern geriethen abermals beim Galvanisiren in Stillstand, setzten sich aber auch jetzt wieder allmälig in Bewegung, als man mit dem Galvanisiren nachließ, und schlugen bald 34mal in 30 Secunden, und als man nun den Versuch nochmals wiederholte, wurden sie auch dieses Mal wieder durch Galvanisiren, das etwa 10 Secunden fortgesetzt ward, zum Stillstand gebracht, setzten sich auch, als man mit dem Galvanisiren nachließ, nochmals von selbst in Bewegung und schlugen 24mal in 30 Secunden, und so blieb dieselbe Vorkammer noch ein viertes Mal stehen; als man aber ununterbrochen fortfuhr zu galvanisiren, wurde das Leitungsvermögen der Nervi vagi erschöpft, so daß die Vorkammer während des Galvanisirens von selbst wieder zu schlagen anfing und 22 Schläge in 30 Secunden vollendete. Dieselbe hemmende Einwirkung auf die Bewegungen des Herzens haben wir auch bei Hunden und Kaninchen, sowie bei Vögeln und Fischen beobachtet, wenn wir den Strom des Rotationsapparates auf beide Nervi vagi oder auf die Medulla oblongata einwirken ließen.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die Hemmung der Herzthätigkeit, welche, wie wir früher sahen, auch eintritt, wenn man den pulsirenden Theil der Vena cava unmittelbar reizt, und welche sich auch noch bei Reizung des Vorhofes, wenn auch unvollkommner kund giebt, im engsten Zusammenhange mit dem Einflusse steht, den die Nervi vagi in gleichem Sinne ausüben, oder daß die Nerven im Herzen, von denen jene hemmende Einwirkung ausgeht, dem Gebiete der Nervi vagi angehören, weil die Wirkungen, welche die Reizung des pulsirenden Theiles der Vena cava auf die Herzbewegungen hat, denen nach Reizung der Stämme der Nervi vagi ganz ähnlich sind.

Die Thatsache, daß ein unwillkürlich in Thätigkeit befindliches Muskelorgan durch den Einfluß zu ihm gehender Nerven in seiner Thätigkeit

gehemmt werde, ist neu, und würde ganz ohne Beispiel dastehen, wenn wir die Nervi vagi als die eigentlichen zu den Muskelfasern gehenden Herznerven und die Hemmung als die Folge ihrer unmittelbaren Einwirkung auf dieselben betrachten wollten. Wir haben zwar Beispiele von ähnlichen Hemmungen der unwillkürlichen Thätigkeit animalischer Muskeln; aber diese entstehen vielmehr dadurch, daß die Nerven nicht in, sondern außer Thätigkeit gesetzt werden, nämlich durch Einwirkung auf das Rückenmark, welches ihre Thätigkeit unterhält. Hierher gehört das Beispiel der Sphincteren des Afters und der Blase, welche durch ihre Thätigkeit die Oeffnungen derselben verschlossen halten und dadurch, daß ihre Thätigkeit suspendirt wird, den Durchgang der Auswurfsstoffe gestatten. Auch die Erfahrung, daß der Wille krampfhafte Zusammenziehungen, wenn sie nicht zu heftig eintreten, beschränken und die Entstehung mancher Reflexbewegungen hemmen könne, welche daher viel leichter entstehen, wenn das Gehirn weggenommen oder betäubt worden ist, als bei gesunden und unverletzten Thieren, beweist, daß vom Gehirne aus hemmend auf die Bewegungen eingewirkt werden könne. So wie aber auf diese animalischen Muskeln der hemmende Einfluß nicht unmittelbar durch ihre motorischen Nerven, sondern zunächst auf das Rückenmark ausgeübt wird, von dem aus ihre Thätigkeit unterhalten wird; so scheint auch der hemmende Einfluß der Nervi vagi auf die Herzbewegungen nicht unmittelbar auf die Muskelfasern, sondern zunächst auf diejenigen Nerveneinrichtungen einzuwirken, von denen die Herzbewegungen ausgehen, welche aber hier in der Substanz des Herzen selber befindlich sind; die durch Reizung der Nervi vagi unterbrochene Herzthätigkeit kehrt daher von selbst zurück und trotz der Fortsetzung der Reizung dieser Nerven, wenn nämlich durch Erschöpfung derselben die motorischen Nerven des Herzens von ihrem hemmenden Einflüsse befreit, wieder frei zu wirken beginnen. Die Nervenfäden der vagi und der motorischen Nerven des Herzens scheinen sich auch dadurch von einander zu unterscheiden, daß die ersteren leichter, die letzteren schwerer erschöpft werden, weil, wenn man Theile des Herzens selbst, namentlich den pulsirenden Theil der Vena cava, einige Zeit fort der Wirkung des Rotationsapparates aussetzt, die anfangs suspendirte Herzthätigkeit nach einiger Zeit gleichfalls von selbst zurückkehrt und sich dann ohne völlige Ertödtung des Herzens gar nicht wieder unterbrechen läßt.

Eine sehr merkwürdige Thatsache ist ferner auch noch, daß, um jenen hemmenden Einfluß auf das Herz auszuüben, das Zusammenwirken beider Nervi vagi erforderlich ist, so daß weder durch Reizung eines Nerv. vagus allein, noch durch Reizung der Medulla oblongata, wenn einer der beiden vagi durchschnitten worden ist, eine Verlangsamung der Herzpulsation hervorgebracht werden konnte; denn es ist bis jetzt kein Nerv bekannt, der auf eine ähnliche Weise in der Ausübung seiner Function an die Mitwirkung eines zweiten Nerven gebunden wäre.

Der hemmende Einfluß, der vom Gehirne aus durch die Nerven ausgeübt wird, erklärt endlich die Verlangsamung des Pulsschlages, welche bei mannichfachen Gehirnleiden, und namentlich nach heftigen Hirnerschütterungen wahrgenommen wird, deren ursächlichen Zusammenhang man bis jetzt noch nicht kannte.

Weit schwieriger als die Wirkungen der vagi auf das Herz, sind Wirkungen der von den Nervi sympathici und von den Gangliengeflechten zum Herzen gehenden Nerven auf dasselbe nachzuweisen. Es liegt sehr nahe, denselben die entgegengesetzte Function, als den Zweigen der vagi zuzuschreiben.

Diese Annahme wird dadurch unterstützt, daß die Herzthätigkeit während des Lebens häufig durch Vorgänge, die sich in anderen Theilen des Körpers ereignen, beschleunigt wird, und daß wir keine andere Nerven kennen, durch welche dieser Einfluß vermittelt werden sollte. Dessenungeachtet sind mir alle Versuche, durch isolirte Reizung des Nervus sympathicus aus der Entfernung auf die Herzthätigkeit einzuwirken, trotz der angestrengtesten Bemühungen gescheitert, theils an der Schwierigkeit, in der kurzen Zeit, wo bei warmblütigen Thieren das Herz zu solchen Versuchen brauchbar ist, die vorbereitende Darstellung der Nervi sympathici, und namentlich die ganz nothwendige Trennung der vagi von ihnen zu bewirken, theils an der excessiv geschwinden Bewegung, in der sich das Herz bereits befand, und welche einen dieselbe noch beschleunigenden Einfluß zu beobachten gänzlich verhinderte; auch das Herz, nachdem es zum Stillstande gelangt ist, durch Reizung des Nervus sympathicus wieder in Bewegung zu bringen, hat mir nicht gelingen wollen. Bei dem Frosche, bei dem das Herz hinreichend langsam zur Beobachtung pulsirt, sind die Nerven zu klein, um isolirt dargestellt zu werden. Bei demselben habe ich aber ohne diese zu isoliren, öfters Vermehrung der Pulsationen beobachtet, wenn ich das Anfangsstück der Aorta mit den sehr genäherten Enden der Leitungsdrähte des Rotationsapparates berührte und so die sie umspinnenden Herznerven reizte. Bei einem Frosche z. B. betrug nach Wegnahme des Brustbeines

die Dauer von	50	Schlägen	unmittelbar vor der Reizung . .	72 Sec.
» » der folgenden	50	Schläge	darauf während. Reizung	67 »
» » » »	50	»	noch während der Reizung	65 »
» » » »	50	»	nach der Reizung.	67 »

Die Reizung hatte daher eine merkliche Vermehrung der Herzschläge hervorgebracht, die nach deren Aufhebung sich wieder zu vermindern anfing; aber mitunter habe ich auch keine Vermehrung wahrnehmen können. Weit auffälliger ist die Vermehrung der Herzschläge, wenn man den Versuch am herausgeschnittenen Herzen anstellt. Es betrug z. B. bei einem solchen Herzen

die Dauer von	20	Schlägen	vor der Reizung	63 Secunden
» » der folgenden	20	Schläge	während der Reizung	51 + 5 »
» » » »	20	»	während der Reizung	40 »
» » » »	20	»	nach der Reizung . .	57 »
» » » »	20	»	nach der Reizung . .	62 »

Einwirkungen der Reizung der Nerven auf die Bewegung des Magens und Darmcanales.

Unzweifelhafte Einwirkung der Reizung der Nervenstämme, der Nervi vagi sowohl wie der Gangliennerven, habe ich am Magen und an den Gedärmen beobachtet, und zwar solche, welche Bewegungen dieser Organe erzeugten oder schon vorhandene vermehrten.

Alle Schwierigkeiten, welche sich sonst der Beobachtung der Einwirkung der Nerven auf diese Organe entgegensetzten, fallen bei der Schleihe, Cyprinus tinca, hinweg, deren Magen und Gedärme quergestreifte animalische Muskeln besitzen, die, wie anderwärts, unter einem unmittelbareren Einflusse der Nerven, als die organischen Muskeln stehen, und daher durch Reizung derselben ganz so, wie andere animalische Muskeln, in sehr starke Bewegung versetzt werden. Der Magen und Darmcanal der Fische erhält,

wie mein Bruder Ernst Heinrich [1]) gezeigt hat, nur sehr kleine Fäden von den Gangliengeflechten, aber sehr ansehnliche Zweige von den Nervi vagi, die zum Magen gehen und sich wahrscheinlich zu den Gedärmen fortsetzen. Ich unterwarf daher bei einer Schleihe die Nervi vagi selbst oder auch die Medulla oblongata, von der sie entspringen, der Einwirkung des Stromes des Rotationsapparates. Der Magen und Darmcanal dieses Thieres lagen nach der vorausgegangenen Oeffnung der Bauchhöhle ganz unbewegt da; im Augenblicke aber, wo die Nervi vagi in ihrem Verlaufe oder an ihrem Ursprunge gereizt wurden, zogen sich dieselben mit solcher Geschwindigkeit und Heftigkeit in allen ihren Theilen zusammen, wie Skeletmuskeln, wenn ihre motorischen Nerven auf gleiche Weise gereizt werden; sie verharrten, wenn die Reizung fortdauerte, in bewegungsloser Zusammenziehung und kehrten, wenn der Strom unterbrochen wurde, ebenso augenblicklich zum ausgedehnten Zustande zurück, als sie sich bei dessen Beginne zusammengezogen hatten; nur durfte man die Reizung nicht zu lange Zeit fortsetzen, denn wenn dies geschah, ließ die Zusammenziehung bald allmälig von selbst nach, so daß der Nervus vagus sich schneller als andere motorische Nerven zu erschöpfen schien. Bei so fortgesetzter Wirkung des Stromes habe ich bisweilen an einzelnen Stellen des Darmes kleine Bewegungen entstehen sehen, die einige Aehnlichkeit mit den peristaltischen hatten, welche aber jedenfalls daher rühren, daß andere, noch nicht völlig erschöpfte Fäden des Nervus vagus mit dem galvanischen Strome in Berührung kamen und dann einzelne Stellen des Darmcanales in Zusammenziehung versetzten, während andere unzusammengezogen blieben.

Um zu ermitteln, durch Reizung welcher Theile des Gehirnes und Rückenmarkes Bewegungen der Baucheingeweide veranlaßt werden könnten, wurden nach Oeffnung der Hirn- und Rückenmarkshöhle und nach Entfernung alles Fettes aus der ersteren zunächst das Rückenmark an verschiedenen Punkten mit den unter sich äußerst genäherten Enden der Leitungsdrähte berührt, es erfolgten aber keine Bewegungen der Eingeweide, bis man mit denselben an den hinteren Rand der Medulla oblongata kam, worauf sie, besonders der Magen, sogleich sich zusammenzogen. Ebenso erfolgten, wenn man von den vorderen Theilen des Gehirnes ausging, bei Berührung des vorderen Hügelpaares und des vorderen unpaaren Hügels keine Bewegungen. Diese traten aber sogleich ein, so wie man irgend eine Stelle der Medulla oblongata und des hinteren Hügelpaares, von dem die vagi entspringen, berührte, desgleichen auch bei Berührung der hinteren Hälfte des hinteren unpaaren Hügels (des kleinen Gehirnes); da aber die Berührung seines vorderen Theiles keine Wirkung hervorbrachte, so muß man wohl ersteren Erfolg von dem darunterliegenden Verbindungstheile des hinteren Hügelpaares ableiten. Hieraus folgt, daß nur von den der eigentlichen Medulla oblongata der höheren Thiere entsprechenden Hirntheilen, aber weder von dem übrigen Gehirne, noch vom Rückenmarke aus Einwirkungen auf die Bewegungen der Baucheingeweide ausgeübt werden können.

Der motorische Einfluß der Nervi vagi auf Magen und Gedärme dieses Fisches ist durch diese Versuche außer allen Zweifel gesetzt und wir dürfen daraus wohl schließen, daß dieselben Nerven auch bei anderen Thieren Einwirkungen auf die Bewegungen der Baucheingeweide ausüben. Wenn aber diese an ihnen nicht so in die Augen fallen, wie an dem animalisch-musculö-

[1]) E. H. Weber, Anatomia nervi sympathici. Lipsiae 1817. p. 79.

sen Darmcanale der Schleihe, so liegt dieses vielmehr darin, daß die organischen Muskeln überhaupt mit den zu ihnen gehenden Nerven in einer mehr mittelbaren Verbindung stehen, als die animalischen Muskeln. Gerade bei Thieren, die derselben Familie und demselben Genus angehören, deren Magen und Darmcanal aber organische Muskeln besitzt, bei Cyprinus carpio und alburnus habe ich durch Reizung der Nervi vagi gar keine Bewegungen der Baucheingeweide entstehen sehen, da ihre Darmmuskeln sehr träge sind und sich daher nicht zu solchen Versuchen eignen; bei warmblütigen Thieren dagegen, deren Magen und Darmcanal minder träg sich bewegen, habe ich, ungeachtet dieselben auch organische Muskeln besitzen, deutliche Bewegungen des Magens durch Reizung der N. vagi mit dem Rotationsapparate entstehen sehen. Bei einem Hunde wurden, nachdem ihm ein Schlag auf den Kopf die Besinnung geraubt hatte und, um diese nicht zurückkehren zu lassen, die Brusthöhle auf beiden Seiten geöffnet worden war, beide N. vagi am Halse bloßgelegt und ein Drahtstück, welches über den Kehlkopf sich wegkrümmte, mit seinen Enden unter beide vagi geschoben und so mit ihnen in enge Berührung gebracht. Berührte man nun jeden Vagus, wo er auf dem Drahte auflag, von oben her mit einem der Leitungsdrähte, so konnte man beide Nerven zugleich durch den Strom reizen, ohne daß dieser sich anderen Organen mittheilte. Nach Entfernung des Brustbeines und der Bauchdecken schlug das Herz fort, und bis Alles vorbereitet war, waren die Dünndärme durch die Luft in gelinde, aber deutliche Bewegung gerathen, während der Magen sich völlig ruhig verhielt. Als nun die Leitungsdrähte an die Nervi vagi gebracht wurden, stand das Herz nach einigen Schlägen still, der Magen aber gerieth in sehr starke Bewegung und zog sich so allgemein und so heftig zusammen, wie es durch Einwirkung der Luft, ohne unmittelbare Reizung seiner Wände, niemals geschieht. Auch die dünnen Gedärme, welche bis dahin nur sehr schwache Bewegungen machten, giengen mit einem Male zu sehr starken Bewegungen über. Denselben Erfolg habe ich zu wiederholten Malen gesehen.

Es ist sehr merkwürdig, daß sonach verschiedene Zweige desselben Nervenpaares, auf die Bewegungen des Herzens und des Magens entgegengesetzte Wirkungen äußern, die des Herzens nämlich hemmen, die des Magens erregen oder beschleunigen; es stimmt aber diese Thatsache mit der Erfahrung überein, daß bei Hirnleiden, besonders nach heftiger Erschütterung desselben, der Puls sich verlangsamt und zugleich Erbrechen entsteht, was offenbar beides durch Vermittelung des vagus geschieht, und daher in den oben mitgetheilten Versuchen seine vollständige Aufklärung findet.

Mehr Schwierigkeiten noch, als die Nachweisung der Einwirkung der Nervi vagi auf den Magen, hat die der Einwirkung der Gangliennerven auf die Bewegungen der Gedärme, weil diese nach Oeffnung der Bauchhöhle durch Einwirkung der Luft in Bewegung gerathen, so daß man nicht weiß, ob die entstandenen Bewegungen von der Reizung ihrer Oberfläche durch die Luft oder von der Reizung der Nerven herrühren. Diesem Uebelstande bin ich dadurch zuvorgekommen, daß ich den Sack des Peritonäum gar nicht öffnete, sondern durch dessen durchsichtige Wände hindurch die Gedärme beobachtete, so daß diese wenigstens vor unmittelbarer Einwirkung der Luft geschützt blieben. Nachdem ein junges Kaninchen durch einen Schlag auf den Kopf betäubt und beide Pleurae geöffnet worden waren, wurde der Thorax zwischen den untersten Rippen bis zur Wirbelsäule getrennt, darauf die Aorta aufgehoben und so auch die Wirbelsäule durchschnitten. Nun wurde die Wirbelsäule abwärts vom Zwerchfelle und der Aorta gelös't und abgeschnitten und

die Bauchmuskeln nach beiden Seiten hin von dem Bauchfelle losgetrennt. Die Gedärme lagen hinter dem unverletzten durchsichtigen Bauchfelle klar und deutlich, wie hinter Glas und zugleich vollkommen unbewegt. In die oberhalb geöffnete Aorta wurde ein an den einen Leitungsdraht befestigtes Metallstäbchen eingebracht und mit demselben diese und die an ihr befindlichen Gangliengeflechte aufgehoben und von den Gedärmen entfernt gehalten und darauf der zweite Leitungsdraht von außen her und möglichst vorn an die Aorta angelegt, so daß beide Leitungsdrähte nur durch die Wand der Aorta und die sie bedeckenden Nervengeflechte getrennt waren. Bei dieser Nähe der beiden Drahtleitungen an einander und ihrer beträchtlichen Entfernung von den Gedärmen, mit denen sie nur durch dünne häutige Theile in Verbindung standen, konnte der galvanische Strom unmöglich selber die Gedärme erreichen, zumal da derselbe durch Vorlegung des Ankers geschwächt war. Dessenungeachtet geriethen die dünnen Gedärme, sowie auch das Colon, welche so eben noch völlig ruhig dalagen, als der Strom zu wirken begann, in allgemeine lebhafte Bewegungen und setzten dieselbe noch lange Zeit fort, nachdem der Strom zu wirken aufgehört hatte.

Nach den vorausgehenden Thatsachen muß ich es für außer allen Zweifel gesetzt halten, daß man auf die Bewegung der organischen Muskeln durch Reizung der zu ihnen gehenden Nervenzweige einwirken könne. Es folgt aber zugleich aus denselben, daß die Einwirkung eine andere, und zwar eine mittelbarere sei, als bei den animalischen Muskeln, nicht nur, weil im Allgemeinen der Erfolg der Reizung unsicherer ist, als bei letzteren, was namentlich die Vergleichung der Einwirkung der Nervi vagi auf den animalisch-musculösen Darmcanal der Cyprinus tinca mit der auf den organisch-musculösen Darmcanal anderer Cyprinus-Arten beweis't, sondern auch, weil die dadurch veranlaßten Bewegungen ihrer Ausbreitung nach, wie der Zeit nach, in der sie erfolgen, weit unabhängiger von dem Acte der Reizung erscheinen und dadurch den Reflexbewegungen ähnlich sind, welche die animalischen Muskeln ausführen, wenn Nerven gereizt werden, die nur mittelbar mit ihnen in Verbindung stehen.

II. Von den Erscheinungen der Thätigkeit der Muskeln.

Von den Erscheinungen der Thätigkeit der Muskeln, wenn sie in ihrer Bewegung keinen merklichen Widerstand finden.

Die Verkürzung, welche die Muskeln erfahren, wenn sie durch die Nerven in Thätigkeit versetzt werden, trifft nicht die ganzen Organe, die diesen Namen führen, sondern nur den aus der eigentlichen Muskelsubstanz bestehenden Theil derselben, oder den Muskelbauch, der im Wesentlichen aus den Muskelfasern besteht, und in dem sich allein jene Nerven verbreiten. Die aus Sehnensubstanz bestehenden Flechsen dienen nur den Muskelbauch oder die Muskelfasern mit den Knochen zu verbinden und ihre Länge zu ersetzen, wenn diese nicht dem Abstande der Befestigungspunkte an den Knochen gleichkommt. Betrachtet man einen sich verkürzenden Muskelbauch genauer, so findet man, daß er sich nicht nur verkürzt, sondern zugleich dicker wird und daher anschwillt, oder, daß mit der Abnahme der Länge der Muskeln eine

Zunahme ihres Querschnittes verbunden ist. Man beobachtet dieses sehr deutlich, an der Zunahme des Umfanges eines ganzen Gliedes, wenn man größere Muskelmassen desselben, z. B. die sämmtlichen Muskeln des Armes oder Beines ungehindert sich verkürzen läßt. Die Bäuche der verkürzten Muskeln treten dann stärker hervor, während da, wo die Flechsen an die Muskelfasern befestigt sind, Vertiefungen entstehen, weil dieselben nicht mit anschwellen. Die Bewegung der Muskeln besteht also zunächst in einer Gestaltänderung, zufolge welcher der Querschnitt derselben sich auf Kosten der Länge vergrößert.

Die Substanz der Muskeln scheint sich während ihrer Thätigkeit ein wenig zu verdichten.

Es hat die Physiologen vielfach die Frage beschäftigt, ob die ganze Verkürzung der Muskeln nur auf einer solchen Formänderung derselben beruhe, oder ob mit derselben zugleich eine Verdichtung der Muskelsubstanz verbunden sei, und also ein Theil der Verkürzung ohne Verdickung durch Verkleinerung des Volumens der Substanz zu Stande komme. Aeltere Beobachter hatten zu finden geglaubt, daß mit der Verkürzung eine so beträchtliche Verminderung des Volumens verbunden sei, daß sie schon bei den groben Versuchen, die sie anstellten, bemerkbar sei. Swammerdam glaubte die Volumenabnahme an einem sich zusammenziehenden Froschherzen, das er in ein Schälchen mit Wasser gelegt hatte, daran wahrnehmen zu können, daß das Niveau der Flüssigkeit beim Pulsiren wechselsweise sich hebe und senke, und Glisson glaubte, das Niveau des Wassers in einem Gefäße fallen und steigen zu sehen, wenn er einen Arm in dasselbe tauchte und wechselsweise die Muskeln sich anspannen und erschlaffen ließ. Neuere, möglichst genaue Versuche haben aber ergeben, daß nur mit den feinsten Hilfsmitteln sich Spuren einer Verdichtung der Muskelsubstanz beobachten lassen, so daß sie viel zu gering ist, um eine wahrnehmbare Aenderung der Länge herbeizuführen, und daß also die wahrnehmbare Verkürzung der Muskeln nur in einer Gestaltänderung besteht, oder mit anderen Worten, daß die Muskeln wahrnehmbar ebenso viel im Querschnitte zunehmen, wie sie durch die Verkürzung an Länge abnehmen.

Wenn wir auch in Betreff der Erklärung der Verkürzung eine auf so enge Grenzen reducirte Verdichtung vernachlässigen können, so ist doch in anderer Beziehung die Frage, ob überhaupt eine Verdichtung der Substanz, wenn auch noch so geringe, den thätigen Zustand der Muskeln begleite, für die Erkenntniß dieses Zustandes derselben von großer Wichtigkeit, und da dieselbe neuerlich von Vielen wegen ihrer Geringfügigkeit ganz geleugnet worden ist, wollen wir die darüber vorhandenen Thatsachen näher prüfen.

Erman[1]) brachte ein 4 bis 5 Zoll langes Stück vom Schwanze eines Aales in ein 7 Zoll hohes, 2 Zoll weites Cylinderglas, das mit Wasser gefüllt und durch einen gut zubereiteten Korkstöpsel geschlossen wurde. Durch den Stöpsel ging eine oben und unten offene Glasröhre von sehr engem Caliber, in welcher das Wasser beim Einpassen des Stöpsels heraufgetrieben wurde. Mit dem Aalstücke im Glase waren die Drähte einer galvanischen Säule in Verbindung gesetzt, der eine, der durch die Glasröhre eingeführt war, mit dem Rückenmarke, der andere, welcher durch eine verkorkte Oeff-

[1]) Gilbert's Annalen. 1812. Bd. 40. S. 13.

nung der Seitenwand des Glases ging, mit der äußeren Oberfläche desselben. Im Momente der Schließung zog sich das Aalstück zusammen und das Wasser fiel um 4 bis 5 Linien in der Glasröhre und stieg dann langsam wieder in die Höhe; dasselbe geschah bei häufigen Wiederholungen des Versuches sowohl mit demselben thierischen Individuum, als mit verschiedenen anderen. Mit Recht hat Johannes Müller dagegen eingeworfen, daß diese Volumenabnahme des Aalstückes ebenso gut von Zusammendrückung der Luft, die sich beim Schlachten in den Gefäßen u. s. w. gefangen habe, als von der Verdichtung seiner Muskelmasse herrühren könne. Davon giebt die von Carlisle mitgetheilte Thatsache ein Beispiel, welcher beobachtete, daß Fische, die auf den Kopf geschlagen und dadurch in Starrkrampf versetzt wurden, während der Dauer desselben zu Boden sanken, indem die sehr beträchtliche Vergrößerung des specifischen Gewichtes hier offenbar nicht durch Verdichtung der contrahirten Muskeln, sondern von Zusammendrückung der Luft in der Bauchhöhle und besonders der Schwimmblase durch dieselben herrührte. Um diesen Einwurf zu prüfen, hat Marchand den Erman'schen Versuch mit größter Genauigkeit und mit Vermeidung aller Umstände, wodurch Luft in den Körper eindringen konnte, wiederholt. Er schlachtete das Thier unter Wasser, bediente sich beim Versuche selbst nur ausgekochten Wassers, und brachte noch vor dem Versuche den ganzen vorbereiteten Apparat in das Vacuum der Luftpumpe. Dessenungeachtet erhielt er, wie Erman, eine kleine Raumverminderung (von $1/_{10}$ Cubikcentimeter), die er aber, weil der Ausschlag doppelt so groß ausfiel, wenn er das Auspumpen unterließ, von dennoch im Körper zurückgebliebener Luft ableiten zu müssen glaubte. Ich habe den Versuch unter gleichen Vorsichtsmaßregeln wiederholt, indem das Thier unter Wasser geköpft, ausgeweidet, unter demselben in das schon gefüllte Cylinderglas eingebracht und mit diesem in das Vacuum der Luftpumpe gebracht wurde. Einen Vortheil gewährte mir noch die Anwendung des Rotationsapparates zur Erregung der Muskelcontraction, weil derselbe die Contraction beliebig lange unterhält, so daß das Niveau nicht bloß auf- und abschwankt, sondern eine längere Zeit in seiner gesunkenen Lage verharrt. Bei einem früheren Versuche erhielt ich einen Fall des Niveau um 2 Zoll, bei einem späteren Versuch, wo eine weitere Röhre angewendet worden war, einen von $1^1/_2$ Linien. Bei diesem letzteren Versuche hatte ich den Aal statt in Wasser, in Milch gebracht, wodurch sich die Lebenseigenschaften der Muskeln länger erhielten. Nachdem das Niveau zuerst 34 Minuten nach dem Schlachten wiederholt um $1^1/_2$ Linien gesunken war, fiel es 52 Minuten nach dem Schlachten $1/_2$ bis $3/_4$ Linie; nach 55 Minuten um $1/_4$ Linie, und noch 6 Stunden darnach beobachtete ich einen wahrnehmbaren Ausschlag.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die beobachtete Volumenabnahme von dem Körper des Aales selber ausging, da Luft in der umgebenden Flüssigkeit an der Oberfläche des Aales oder der Wand des Gefäßes (auch wenn sie vorhanden gewesen wäre) ohne Einfluß ist. Es fragt sich daher nur, ob die sich contrahirenden Muskeln sich selbst verdichteten oder die Volumenänderung dadurch erzeugten, daß sie gefangene, zwischen ihnen eingeschlossene Luft comprimirten. Da zu diesem Erfolge die Luft in Gasform vorhanden sein muß, so kommt auch die im Blute und anderen Säften aufgelös't'e Luft nicht in Betracht. Da aber gasförmige Luft im Körper außer den Höhlen der Schleimhäute nicht vorkommt, in Marchand's und meinen Versuchen auch während des Schlachtens nicht eindringen konnte, da

außerdem der Apparat vor dem Versuche noch in das Vacuum der Luftpumpe gebracht worden war, was man sonst allein schon für genügend hält, alle freie Luft zu entfernen, so ist kein Grund vorhanden, die beobachtete Volumenabnahme von Luft abzuleiten, die durch die Muskeln comprimirt werde. Ich möchte daher Marchand's und meine Versuche mehr für eine Bestätigung, als für eine Widerlegung der Ermann'schen Versuche halten. Wenn aber Marchand gefunden hat, daß der Ausschlag ohne Auspumpen größer, nach dem Auspumpen geringer ausfalle, so zeigen meine Versuche, daß diese Verminderung von der Schwächung der Kraft der Muskeln und Nerven abhängt, welche desto merklicher wird, je mehr Zeit nach dem Schlachten des Thieres vergeht und je länger das Muskelfleisch sich in der Flüssigkeit befindet; denn während noch nach sechs Stunden ein wahrnehmbarer Ausschlag erfolgte, hatte sich der 34 Minuten nach dem Schlachten erhaltene Ausschlag von $1\frac{1}{2}$ Linie 19 Minuten später schon auf die Hälfte reducirt, und würde daher wahrscheinlich bei größerer Beschleunigung des Versuches zu Anfang noch viel beträchtlicher ausgefallen sein, denn die Muskeln contrahirten sich gleich anfangs, wahrscheinlich wegen der nachtheiligen Wirkung der Flüssigkeit auf dieselben nur sehr schwach.

Die Muskeln werden während ihrer Thätigkeit nicht härter.

Ohne hinreichenden Grund hat man behauptet, daß die Muskeln, wenn sie in Thätigkeit geriethen, härter würden. Man hat hierbei Härte und Spannung verwechselt, welche in ihrer Erscheinung manche Aehnlichkeit haben. Härte und Weichheit sind innere Eigenschaften der Körper; die Spannung dagegen hängt von der Einwirkung äußerer Kräfte ab. Muskeln, welche sich zu verkürzen streben, werden dadurch stärker gespannt, wenn zugleich der Widerstand größer wird, welchen die Glieder den Muskeln entgegensetzen. Sie gerathen aber auch, ohne thätig zu sein, in dieselbe Spannung, wenn eine gleiche Kraft, wie jener Widerstand sie auszudehnen strebt. Wächst der Widerstand nicht und nimmt daher auch die Spannung nicht zu, so kann man keinen Unterschied der Härte im Zustande der Thätigkeit und Unthätigkeit der Muskeln wahrnehmen. Wenn ich meinen Arm in horizontaler Richtung so unterstütze, daß das Gewicht des Unterarmes weder von Beugemuskeln, noch den Streckmuskeln getragen wird, und ihn dann abwechselnd beuge und strecke, so fühlen sich die jedesmal bewegenden Muskeln nicht härter an, als die entgegengesetzten unthätigen Muskeln, weil die Spannung bei beiden immer ziemlich dieselbe bleibt. Läßt man einen Muskel, dessen Flechse durchschnitten worden ist, durch den galvanischen Strom sich verkürzen, so bleibt er weich und verräth dem ihn zusammendrückenden Finger nur eine solche geringe Spannung, welche dem geringen Widerstande, welchen der Finger und das Zellgewebe seiner Bewegung entgegensetzen, gleichkommt. Ich werde aber weiter unten nachweisen, daß die Muskeln im Zustande der Thätigkeit nicht allein nicht härter, sondern im Gegentheile viel weicher, d. h. ausdehnsamer werden, als sie im Zustande der Unthätigkeit sind.

Gestaltänderung der Muskelfasern bei ihrer Zusammenziehung nach den Beobachtungen Anderer.

Nachdem man wahrgenommen hatte, daß die Muskeln, wenn sie sich während ihrer Thätigkeit zusammenziehen, kürzer und zugleich dicker werden,

hat man sich bemüht, mit Hilfe des Mikroskopes zu ermitteln, auf welche Weise die Verkürzung des ganzen Muskels durch Aenderung der Gestalt und Lage seiner kleinsten noch sichtbaren Theile zu Stande komme. Nachdem Verheyen [1]), Winslow [2]), Hales [3]), Prochasca [4]) und viele Andere schon behauptet hatten, daß sich die Muskelbündel dabei in Zickzack beugten oder runzelten, schien dasselbe durch die berühmte Untersuchung von Prevost und Dumas [5]) außer allen Zweifel gesetzt zu sein. Ich will das Wesentliche ihrer Beobachtungen hier mit ihren eigenen Worten geben.

»Wir nehmen,« sagen Prevost und Dumas [6]), »einen frischen, dünnen und durchsichtigen Muskel, am besten den geraden Bauchmuskel eines Frosches, bringen ihn unter das Mikroskop und unterwerfen ihn dem galvanischen Einflusse. In dem Augenblicke, wo der Strom in Gang gesetzt ist, zieht sich der Muskel zusammen und bietet ein höchst merkwürdiges Schauspiel dar. Die ihn zusammensetzenden parallelen Fasern biegen sich plötzlich in Zickzack und zeigen eine große Zahl regelmäßiger Wellen. Wird der Strom unterbrochen, so nimmt das Organ sein voriges Ansehen wieder an und beugt sich von Neuem, wenn man ihn wieder herstellt. Hat man einen sehr kräftigen und erregbaren Muskel, so kann man mit Leichtigkeit den Versuch sehr oft wiederholen; aber in der Regel muß man den Muskel nach zwei bis drei Versuchen erneuern. Bei aufmerksamer Beobachtung stößt man gleich auf einen wichtigen Umstand, nämlich daß die Beugungen an ganz bestimmten Punkten eintreten und diese ihre Lage niemals wechseln, was anzuzeigen scheint, daß die hierbei stattfindende Annäherung von einer momentanen Anziehung dieser Punkte unter sich abhängt. Man nimmt sonst am Muskel keine anderen Veränderungen wahr, und kann daher sagen, daß diese winkelförmige Disposition ihrer Fasern die einzige in Betracht kommende Erscheinung der Contraction sei. Man findet dieselbe Eigenthümlichkeit an allen Muskeln bei warmblütigen, wie bei kaltblütigen Thieren, bei den Vögeln, wie bei den Säugethieren; man beobachtet sie auch leicht an den Muskeln des Magens, der Eingeweide, des Herzens, der Blase und der Gebärmutter.«

Prevost und Dumas [7]) weisen darauf durch Messungen nach, daß die Verkürzung, welche sich aus diesen Beugungen der Fasern ergiebt, meist der Abnahme der Länge des sich contrahirenden Muskels entspreche und unterscheiden diese Zusammenziehung der Muskeln von der, welche ausgedehnte Muskeln erfahren, wenn die sie spannende Kraft aufhört, bei welcher die Fasern gerade bleiben und die sie daher als eine Wirkung ihrer Elasticität betrachten. Diese von ihnen an den Muskelfasern gemachten Beobachtungen brachten sie mit anderen, die sie über den Verlauf der Nerven in den Muskeln gemacht hatten, sowie mit der damals neuen Entdeckung von Ampère in Verbindung, daß galvanische Ströme (die man auch für das Agens der Fortpflanzung in den Nerven hielt), wenn sie parallel, aber in gleichem Sinne verlaufen, sich anziehen. »Bei seinem Eintritte in den Muskel,«

---

[1]) Verheyen, Corporis humani anatomia ed. tertia. Bruxellis 1726. lib. II. Tract. II cap. 4. p. 136.

[2]) Winslow, Expositio anatomica structurae corporis humani e gallico latine versa. Tom. II. §. 48.

[3]) Stephan Hales, Statik des Geblütes. 9te Erfahrung. S. 29.

[4]) Prochasca. de carne musculari. Viennae 1778. p. 51 sq.

[5]) Prevost und Dumas, in Magendie, Journ. exp. de Physiologie. Tom. III 1823. p. 301 — 344. [6]) a. a. O. p. 305. [7]) a. a. O. p. 311 — 316.

fahren sie fort [1]), »zeigt die Verzweigung eines Nerven außer der Tendenz, sich senkrecht gegen die Muskelfasern zu wenden, wenig Regelmäßigkeit. Da wo er aber seine Endtheilung erfährt, breitet er sich aus, indem sich seine secundären Fasern trennen und ebenso darstellen, wie wenn er des Neurilems beraubt worden ist. Der kleine Nervenstamm hat dann das Ansehen eines faserigen Netzes, von welchem man dann und wann einige Fasern abgehen und in den Muskel senkrecht gegen dessen Fasern eindringen sieht. Hier treten nun mehrere Fälle als möglich ein, die aber, so verschieden sie sein mögen, alle zu demselben Ziele führen: bald laufen nämlich zwei Nervenstämme in geringer Entfernung von einander und parallel den Muskelfasern und schicken sich gegenseitig kleine Fäden zu, welche den von den beiden Stämmen begrenzten Raum des Muskels rechtwinklig durchsetzen; bald läuft der Nervenstamm selbst schon senkrecht gegen die Muskelfasern und die von ihm abgehenden Fäden behalten bei ihrer Ausbreitung dieselbe Richtung bei, durchlaufen das Organ und kehren in Form einer Schlinge in sich zurück. Stets aber zeigen sich zwei Verhältnisse constant: erstens, daß die letzten Nervenverzweigungen unter sich parallel und senkrecht gegen die Muskelfasern verlaufen; zweitens, daß sie zu dem Stamme zurückkehren, der sie ausgeschickt hat, oder auch wohl mit einem benachbarten Stamme communiciren. Jedenfalls scheint aber so viel gewiß, daß sie keine freien Enden haben, und daß sie daher in ähnlichen Verhältnissen, wie die Blutgefäße, unter einander stehen. Dieses Resultat ist ganz neu und noch niemals hat eine anatomische oder physiologische Betrachtung zu einer solchen Vermuthung geführt. Läßt man nun einen galvanischen Strom durch den so beobachteten Muskel gehen, so sieht man, daß die Spitzen der Winkel genau mit dem Durchgange der Nerven zusammentreffen. Natürlich haben wir diese Thatsache, ehe wir sie gelten ließen, allen erdenklichen Prüfungen unterworfen und erst dann angenommen, nachdem wir die Versuche unendlich oft wiederholt und abgeändert hatten.« Durch diese Entdeckung der Umbeugung und des Ueberganges der feinsten erkennbaren Nervenfäden der Muskeln in einander, glaubten Prevost und Dumas bei der größeren Leitungsfähigkeit für die elektrischen Flüssigkeiten, die sie in denselben voraussetzten, die Verhältnisse nachgewiesen zu haben, welche zu geschlossenen galvanischen Leitungen erforderlich sind. Wenn nun, wie Prevost und Dumas und viele andere Physiologen annehmen, im Augenblicke der Thätigkeit der Muskeln galvanische Strömungen durch ihre Nerven hindurchgehen, so müssen dieselben sich nach dem Ampère'schen Gesetze nothwendig da, wo sie getrennt von einander parallel quer über die Muskelfasern weglaufen, anziehen, einander nähern und daher die an sie befestigten Muskelfasern falten. Nach der Lehre von Prevost und Dumas sind es daher nicht die Muskelfasern, sondern die quer zwischen ihnen hindurchgehenden Nervenfäden, von denen die Bewegung ausgeht, und die Muskelfasern dienen nur dazu, die Nervenfäden in ihrer Lage zu erhalten und ihre Entfernung von einander zu hindern; die Muskelfasern würden also hiernach während der Contraction nicht verkürzt und gespannt, sondern vielmehr erschlafft und gefaltet.

Außer der Verkürzung der Muskeln durch Zickzackbeugung ihrer Fasern, welche die stärkeren Contractionszustände derselben begleitet, haben einige neuere Physiologen noch eine zweite Form der Verkürzung angenommen, welche neben der ersteren bestehe und bei schwachen Contractionen auch allein

[1]) Magendie's Physiologie. Bd. III. 1823. S. 321.

eintrete und welche, ohne daß die Muskelfasern ihre gerade Lage ändern, dadurch zu Stande komme, daß die einzelnen noch unterscheidbaren Abschnitte oder Segmente der Muskelfasern ihre Gestalt änderten und kürzer und dicker würden. Diese Ansicht wurde zuerst von Lauth [1]) aufgestellt. Nach ihm bestehen die Primitivfasern der Muskeln aus linearen Reihen von Kügelchen; die Längsstreifen der secundären Muskelfasern (Primitivbündel) bezeichnen die Ränder der Primitivfasern, ihre Querstreifen dagegen die Grenzen der Reihen, in welche sich die Kügelchen der neben einander gelegenen Primitivfasern vereinigen; durch Verschiebung der Primitivfasern werden daher die Querstreifen wellenförmig, und dies kann in dem Grade stattfinden, daß die Querstreifen ganz verschwinden und die Längsstreifen allein sichtbar sind. »Betrachtet man,« sagt er nun, »einen noch reizbaren Muskel unter dem Mikroskope, während man ihn einem leichten galvanischen Strome unterwirft, so sieht man, daß die Contraction zweierlei Art ist. Die stärkere Contraction ist das Product der Zickzackbeugung der ganzen secundären Faser; ist aber die galvanische Wirkung geringer, so beobachtet man eine Verkürzung der ganzen secundären Faser ohne Zickzackbeugung. In diesem Falle zeigt die Oberfläche der secundären Faser statt glatt und eben zu sein, in ihrer ganzen Ausdehnung Querrunzeln, welche man übrigens auch an den in Zickzack gefalteten Fasern und unabhängig von dieser letzteren Faltung beobachtet. Offenbar rührt diese unbeträchtliche Verkürzung von Zusammenziehung der Primitivfasern her und entsteht ohne Zweifel aus der Annäherung der sie zusammensetzenden Kugeln. Da in der Art von Scheide, welche die Primitivfasern umschließt und ihre Bündel zu secundären Fasern vereinigt, keine entsprechende Verkürzung stattfinden kann, so muß dieselbe unregelmäßig quer gefaltet werden, ebenso, wie die lederne Scheide unserer elastischen Hosenträger, wenn man sie, nachdem sie ausgedehnt worden, durch ihre Elasticität sich verkürzen läßt. Es giebt also zwei Arten der Contraction, die eine, welche aus der Verkürzung der Primitivfasern resultirt, die andere, welche von der Hin- und Herbeugung der secundären Fasern abhängt.«

Neuerlich hat Bowman [2]) zu beweisen gesucht, daß die Contraction der Muskeln nur durch die Gestaltänderung der kleinsten Segmente der Muskelfasern zu Stande komme. Er untersuchte diejenige Zusammenziehung, welche die Muskeln, wenn sie mit Wasser befeuchtet werden, erfahren, und glaubte darin die letzte Wirkung der Lebensthätigkeit zu sehen, und daher noch daran den wahren Vorgang der Muskelcontraction, nur sehr verlangsamt, beobachten zu können. Nach ihm bestehen die secundären Muskelfasern oder Primitivbündel der Muskeln, die er Fasciculi nennt, aus Segmenten, deren Grenzen die Querstreifen seien, und welche weniger fest untereinander zusammenhängen, als die Primitivfasern (Fibrillae), in die sie ihrer Länge nach zerfallen, so daß sie sich daher weit leichter der Quere nach in Scheiben spalten, als der Länge nach in die Primitivfäden auflösen lassen. »Ich war,« sagt er, »vor nun vier Monaten beschäftigt, ein Muskelbündel, während es durch Galvanismus erregt war, unter dem Mikroskope zu betrachten, ich hatte es so oft in Contraction versetzt, daß es dem angewandten Reize nicht länger zu gehorchen schien. Während ich aber

---

[1]) L'Institut 1834. Septembre. p. 301.

[2]) Philosophical Transactions 1840 Part. I. p. 457. On the minute structure and movements of voluntary muscle.

es zu betrachten fortfuhr, bemerkte ich mit Erstaunen eine spontane und langsame Zusammenziehung, welche in einer Annäherung der Querstreifen mit einer entsprechenden Verkürzung und Verdickung des Bündels bestand. In dieser einfachen Thatsache ist in Kurzem das, was ich mitzutheilen habe, enthalten, und wird durch nachfolgende Untersuchung nur etwas vervollständigt. Demnach kann ich mit Zuversicht sagen, daß in der Form der Contraction, welche im letzten Acte der Vitalität statthat, die Querstreifen, d. h. die Scheiben der Fasciculi, sich einander nähern, dünner werden und an Umfang zunehmen: die Contractibilität der Muskeln ist, mit anderen Worten, unabhängig von jeder Beugung ihrer Fasciculi und hat ihren Sitz in den einzel-Segmenten, aus denen diese zusammengesetzt sind. Ich nahm von einem Thiere, unmittelbar nach dem Tode, ein wenig Muskelsubstanz, in der Regel von den Extremitäten, legte es auf Glas und zerzupfte es schnell mit Nadeln in viele Fragmente, um die Fasciculi dadurch möglichst von einander zu trennen, befeuchtete es mit Wasser und bedeckte es mit einem Glimmerblättchen, worauf eine 3- bis 400malige Vergrößerung angewandt wurde. Die quergestreiften Muskeln können auf diese Weise im Acte der Contraction selber beobachtet werden. Die Zusammenziehung beginnt gewöhnlich an den abgeschnittenen Enden der Fasciculi, welche dadurch etwas undurchsichtiger werden. Die Streifen erscheinen daselbst 2-, 3- oder 4mal so zahlreich, als am mittleren Theile und auch verhältnißmäßig enger und zarter. Während dieses Vorganges bewegen sich die Streifen in der Richtung nach dem zusammengezogenen Theile und reihen sich bei Annäherung an denselben dichter zusammen. Die Grenzlinie zwischen dem zusammengezogenen und unzusammengezogenen Theile ist sehr scharf und schreitet in dem Maße, als neue Streifen aus dem letzteren in den ersteren aufgenommen werden, nach der Mitte hin fort. Während dieselbe so gegen den unzusammengezogenen Theil hin fortrückt, nimmt dieser an Länge reißend schnell ab, ohne daß der zusammengezogene Theil entsprechend zunimmt, was die Verkürzung des ganzen Fasciculus zur Folge hat. Der contrahirte Theil nimmt an Dicke zu, aber in einem Grade, der, meiner Meinung nach, in keinem Verhältnisse zur Abnahme seiner Länge steht, so daß seine Masse wirklich in einem engeren Raume zusammengedrängt ist, als zuvor; das absorbirte Wasser wird daher von den Fibrillae (Elementarfasern) ausgetrieben, häuft sich da, wo es am ersten geht, zwischen den Fibrillae und dem Sarcolemma an und veranlaßt daselbst die Entstehung von Bläschen. Diese einzelnen Umstände variiren beträchtlich nach Verschiedenheit der Thiere und der Beobachtungsmethode. In der Hauptsache sind sie aber constant und leicht nachzuweisen; auch haben sie viele Leute bei Säugethieren, z. B. der Maus, bei mehren Reptilien, dem Frosche, der Eidechse und der Otter, bei Fischen, wie beim Aale und Rochen, bei Crustaceen, z. B. der Krabbe, und dem Krebse, sowie bei Insecten bestätigt. In den drei letzteren Classen sind sie indessen am besten zu sehen, und unter allen wieder am deutlichsten bei Krabben und Krebsen, denn die Langsamkeit, mit welcher die Irritabilität dieser Thiere verschwindet, verlängert den Zeitraum für die Beobachtung und läßt die einzelnen Erscheinungen besser von einander unterscheiden. Die Contraction beginnt nicht immer allein von den Enden der Fasciculi, sondern bisweilen zugleich auch von einem oder mehren zwischen gelegenen Punkten, wo sie unter besonders günstigen Verhältnissen beobachtet werden kann, zumal da diese Muskeln, ungeachtet der beträchtlichen Stärke ihrer Fasciculi sehr durchsichtig sind. Anfangs erscheint ein etwas dunklerer Flecken durch die Annähe-

rung einer kleinen Anzahl Scheiben untereinander oder durch Verkürzung und Zusammendrängung einiger Segmente einer kleinen Zahl Fibrillae. Diese Erscheinung erstreckt sich, wie man sich durch Aenderung des Focus überzeugt, ebenso wohl in die Tiefe, als in die Breite, so, daß die contrahirte Portion, wie ein solider Ballen erscheint, welcher zwischen nicht contrahirten und schlaffen Theilen liegt. Liegt dieser Ballen an der Oberfläche, so ist er fast stets von Ansammlung ausgepreßten Wassers in Bläschen zwischen Sarcolemma und Fibrillae begleitet. Die contractile Kraft scheint nur in der Längsrichtung der Fibrillae ausgeübt zu werden, denn nur in dieser Richtung allein sind die Querstreifen in der Nähe des Fleckes verzerrt. Diese Verzerrung besteht in einer äußersten Dehnung und Verbreiterung der Querstreifen selbst und ihrer Zwischenräume, welche dicht am Ballen am stärksten ist und in Abständen von drei, vier und mehr Querstreifen stufenweise abnimmt. Die nicht im Ballen liegenden Fibrillae sind daher ungestört, wo sie aber in dem Ballen verwickelt sind, sind ihre Segmente auf der einen Seite enger zusammengezogen und gleich daneben in entsprechendem Maße ausgedehnt. Der contrahirte Kern breitet sich langsam weiter aus, indem er eine größere Länge und Zahl von Fibrillae in sich hereinzieht; während dessen findet meist eine Oscillation längst der implicirten Fibrillae Statt, die durch wechselsweises Hin- und Herziehen der Querstreifen nach entgegengesetzten Enden erzeugt wird. Es hat meist den Anschein, als ob die contractile Kraft des Fleckes beschränkt wäre und nur einen gewissen Betrag der Masse aufnehmen könne, so daß, wenn einerseits frische Theile ergriffen werden, andererseits andere fahren gelassen würden: aber die Oscillation wird vielmehr durch den Zug benachbarter Punkte veranlaßt, die gleichfalls neue Querstreifen in ihren Kreis aufzunehmen streben; denn die abgeschnittenen Enden ziehen sich, wie oben bemerkt, immer zuerst zusammen, und weil sie dadurch dicker werden, werden sie einigermaßen durch das Glimmer- oder Glasblättchen, womit man das Object nothwendig bedecken muß, gehindert, sich einander zu nähern. Jedenfalls sind die Bewegungen von der Art, die Vorstellung von entgegengesetzten Kräften zu erwecken, welche um die Herrschaft streiten und nicht eher nachgeben, als bis der ganze Fasciculus auf weniger als die Hälfte seiner ursprünglichen Länge zusammengezogen ist. Sie beweisen unwiderleglich, daß das in Frage stehende Agens, welcher Art es auch sei, primär an den einzelnen Segmenten der Fibrillae wirke. Ist eine Contraction sehr stark und beginnt sie zugleich an mehren Punkten des Fasciculus, so kommt es wohl vor, daß, wenn der Druck auf die Enden deren Annäherung verhindert, der mittelste, schlaffste Theil bis zur Zerreißung gespannt wird. Dies dient zur Erläuterung der merkwürdigen Thatsache von Muskelzerreißung durch gewöhnliche Thätigkeit, worüber viel geschrieben worden ist. Das sind die hauptsächlichsten Erscheinungen bei derjenigen Form der Contraction, die nach meiner Behauptung, dem Rigor mortis analog ist; aber man darf nicht außer Acht lassen, daß die Fasciculi, an denen sie vorkommen, sich unter anderen Verhältnissen befinden, als wenn sie im lebenden Körper und unter dem Einflusse des Willens wirken. Es soll damit keineswegs behauptet sein, daß die gesunden Bewegungen der Muskeln in jeder Hinsicht den beschriebenen gleich seien, aber es ist sehr wahrscheinlich, daß sie mit ihnen, wenigstens der Art nach, identisch sind, so daß man vielleicht über den Mechanismus der Willensbewegungen aus diesen Erscheinungen des erlöschenden Lebens einige Aufklärung erhalten kann. Wird ein Muskel, während seine Irritabilität fortdauert, durchschnitten, so zieht er sich in größerer oder geringerer

Ausdehnung zurück, wie man täglich bei Amputationen sehen kann. Dies geschieht vermöge der stets vorhandenen Tendenz der Scheiben sich zu nähern; denn untersucht man ein solches Stück unmittelbar, so findet man die Querstreifen von regelmäßiger Form und die Fasciculi ohne Falten. Die jetzt eben beschriebene Contraction ist noch eine nachträgliche Aenderung, bei der die Annäherung der Querstreifen noch weiter fortschreitet, welche oft so groß ist, daß die ganze Länge um mehr als die Hälfte verkürzt wird, also um mehr als im Leben selbst bei der äußersten Thätigkeit vorkommt. Gleichwohl ist die Wirkung derselben nicht nothwendig mit irgend einer Störung der geraden Richtung des Fasciculus verbunden, wenn auch häufig kleine Falten entstehen. Die Scheiben haben daher offenbar einen sehr weiten Umfang der Bewegung, der vollkommen ausreicht, ohne einen andern Mechanismus die gewöhnlichen Willensbewegungen auszuführen.«

Beide Ansichten über die Verkürzung der Muskeln, die von Prevost und Dumas, sie von einer Zickzackbeugung der Muskelfasern, und die von Lauth und Bowman, sie von einer Gestaltänderung der kleinsten Segmente der Muskelfasern abzuleiten, sind unhaltbar. Gegen die Zickzackbeugung der Muskeln als Ursache oder begleitende Erscheinung ihrer Contraction hat sich Foderà [1]), schon ehe Prevost und Dumas ihre Untersuchungen bekannt machten, erklärt. »Die Muskelfasern,« sagt er §. 23, »zeigen am lebenden Thiere und, wenn sie in ihren Beziehungen nicht gestört sind, niemals das Ansehen der Zickzackbewegung, sondern ziehen sich dadurch zusammen, daß sie einerseits kürzer, andererseits dicker werden,« und §. 24: »Die Erscheinung der Zickzackbeugung der Muskelfasern kann nur an Muskeln stattfinden, die vom Körper des Thieres getrennt und erschlafft sind. Nachdem das Wesen dieser Erscheinungen einmal erkannt und ihre Theorie festgestellt war, ist es mir mit Hilfe aus dieser Theorie abgeleiteter Data gelungen, ein Verfahren zu finden, durch welches ich dieselben Muskelfasern nach Belieben sich verkürzen oder sich in Zickzack falten lassen kann. Dieses Verfahren besteht darin, den Grad der Empfänglichkeit der Muskelfasern zu ermitteln und darnach den galvanischen Strom so zu lenken, daß nur eine kleine Anzahl von Fasern erregt wird. Dieses Resultat wird die Richtigkeit unseres allgemeinen Satzes bestätigen.«

Rudolphi hielt, wie mein Bruder [2]) anführt, die Beugung der Muskeln in Zickzack für eine Wirkung des Zusammenschrumpfens derselben durch eine ihrer Materie auch im Tode zukommende Kraft und leugnete es, daß sie die lebendige Verkürzung derselben begleite; auch bedürfen, fügt dieser hinzu, die Beobachtungen von Prevost und Dumas sehr der Wiederholung. Owen [3]) hat, wie Bowman bemerkt, bei einem Eingeweidewurme, einer Filaria, gesehen, daß die Muskeln während ihrer Zusammenziehung dicker und straffer werden und nicht von der geraden Linie abweichen, und hält die Zickzackfaltung der Muskelfasern für eine Eigenschaft ihres Erschlaffungszustandes, wenn sie durch keine Antagonisten gespannt sind. Allen Thomson [4]) bemerkt bei der Wiederholung der Prevost-Dumas'schen Beobachtungen, daß einzelne Fasern ihre Contraction längere Zeit fortsetzten, dabei gespannt blieben und keine Zickzackfalten bildeten. Er vermuthete, daß

---

[1]) Recherches expérimentales sur le système nerveux, par Michel Foderà. Paris 1803. p. 57. und Journ. complement. du dictionnaire des sc. méd.

[2]) Hildebrandt's Handbuch der Anatomie. 4te Aufl. 1830. S. 384. 385.

[3]) Owen in Hunter's Works. Palmer's Edition. Vol. 4. p. 261.

[4]) Allen Thomson. Siehe bei Bowman in Philos. Transact. 1840. p. 487.

die Zickzackfalten erst entstünden, wenn die Contraction aufgehört hätte. Bowman hielt, wie gezeigt worden ist, gleichfalls die Prevost-Dumas'sche Ansicht nicht für richtig und nahm ebenso wie Foderà an, daß die Zickzackbeugungen dadurch entständen, daß nicht alle Bündel eines gereizten Muskels zugleich in Contraction geriethen, und daß daher die Bündel, welche erschlafft blieben, durch die anderen, welche sich zusammenzögen, genöthigt würden, sich in Zickzacks zu beugen. Aber alle diese Widersprüche haben sich keine allgemeine Geltung zu verschaffen vermocht, und in der That reichen die vorhandenen Beobachtungen und Zweifel nicht aus, so gründliche Untersuchungen, wie die von Prevost und Dumas sind, zu widerlegen. Es haben sich daher Rudolph Wagner[1]), auf eigene Beobachtungen bei Distoma duplicatum gestützt, ferner Gerber[2]), Bruns[3]), Henle[4]) und Valentin[5]) auf eigene Versuche bauend, noch fortwährend für die Prevost-Dumas'schen Zickzackbeugungen erklärt und auch Joh. Müller hat dieser Lehre nicht widersprochen. Valentin sagt a. a. O.: »daß diese Zickzackbeugungen stärkere Contractionszustände im Leben begleiten, läßt sich durch folgenden Versuch darlegen. Man binde einen Frosch in Leinwand so ein, daß nur der Kopf frei bleibt, spalte alsdann die Haut longitudinal von der Symphyse des Unterkiefers nach der Gegend des Brustbeines und von da quer von dem letzten Punkte nach dem Winkel des Unterkiefers und trage sie längs des letzteren ab, ohne das benachbarte Blutgefäß zu verletzen. Nun bringe man die freiliegenden Kehlmuskeln unter das Mikroskop, beleuchte sie von oben und benutze sie so, daß durch die leeren Stellen kein störender Reflex hervorgerufen wird. Dieser Theil des Versuches ist der schwierigste und mißglückt nicht selten. Hat man aber die Kehlmuskeln während ihrer Thätigkeit im Focus des Mikroskopes, so sieht man deutlich, wie sich die Muskelfasern mit jeder Zusammenziehung zickzackförmig biegen, mit jeder Dehnung hingegen wiederum gerade strecken. Bei lebhaften Fröschen können auf diese Weise bis 74 Contractionen der Kehlmusculatur in der Minute erfolgen. Mit jeder Verkürzung schlängeln sich auch die Stämmchen der Blutgefäße und Nerven, welche an und zwischen den Muskelbündeln verlaufen, während sie sich mit jeder Erschlaffung wiederum strecken.«

Allerdings enthalten die Beobachtungen von Prevost und Dumas einen Irrthum, der aber leicht möglich war wegen der Geschwindigkeit, mit welcher die durch den Reiz der galvanischen Säule entstehenden Zuckungen fast im Augenblicke ihrer Entstehung auch wieder verschwinden, welche nicht allein nicht gestattet, die Muskelfasern in ihrem zusammengezogenen Zustande selbst genau zu beobachten, sondern auch Veranlassung giebt, Erscheinungen, die der Zusammenziehung nachfolgen, mit Erscheinungen während derselben zu verwechseln. Versetzt man daher bei Wiederholung der Versuche von Prevost und Dumas die zu beobachtenden Muskelfasern nicht in momentane Zuckungen, sondern nach dem von mir angegebenen Verfahren in anhaltende Zusammenziehung, so überzeugt man sich vollständig und sehr leicht, daß die Zickzackbeugungen nicht während der Zusammenziehung, sondern sobald die-

---

[1]) Rud. Wagner, Lehrbuch der Physiologie. 2te Aufl. 1843. S. 428.

[2]) Gerber, Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere. Bern 1840. 8. S. 144.

[3]) Bruns, Handbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841. S. 319.

[4]) Henle, Allgemeine Anatomie. 1841. S. 597 ff.

[5]) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschw. 1844. 8. S. 33.

selbe aufhört, durch die Wiederausdehnung der Muskelfasern entsteht, daß dieselben bei jeder neuen Zusammenziehung wieder verschwinden, aber gleich wieder entstehen, sobald man dieselbe von Neuem unterbricht.

Wie Prevost und Dumas, bringe ich einen dünnen, aus einem eben getödteten Frosche herausgeschnittenen Muskel [1]) auf eine Glasplatte unter das Mikroskop. Um aber die Bewegungen des Muskels nicht durch unmittelbare Berührung mit den Leitungsdrähten zu stören, nehme ist statt gewöhnlichen Glases ein Stück Spiegel zur Unterlage, dessen Folie durch Wegnahme eines $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linie breiten Streifen in zwei Theile getheilt ist, von denen jeder mit einem der Leitungsdrähte verbunden wird. Auf dieser Unterlage wird die Muskelplatte ohne Faltung, aber auch ohne Spannung so aufgelegt, daß sie mit dem mittelsten Theile ihrer Fasern den durchsichtigen Streifen quer kreuzt, mit jedem ihrer Enden aber auf einen der beiden Folienblätter aufliegt. Bringt man nun das Präparat so auf den Objecttisch, daß der mittlere, durchsichtige Theil des Muskels in das Sehfeld kommt und setzt den Rotationsapparat, nachdem dessen beide Drähte jeder mit einem der beiden Folienblättern des Objectträgers in Berührung [2]) gebracht worden sind, in Bewegung, so zieht sich der Muskel auf das Kräftigste zusammen, verharrt in der verkürzten Form, wenn man die Kette z. B. eine halbe Minute geschlossen erhält, und verlängert sich sogleich wieder, sobald man darauf die Kette öffnet. Da das Alles unter dem Mikroskope vor sich geht, so hat man Gelegenheit, die Lage und Form der Muskelfasern vor dem Galvanisiren, die Veränderungen, die sie mit dem Eintritte des galvanischen Stromes erleiden und längere Zeit beibehalten, endlich die Veränderung, die sie beim Aufhören des galvanischen Stromes erleiden und beibehalten, ruhig zu beobachten und diese Reihe von Erscheinungen so oft von Neuem zu beobachten, als man nur wünscht. Waren die Fasern des auf der Glasplatte liegenden Muskels, ehe das Galvanisiren begann, gerade, so bleiben sie es auch bei der eintretenden Verkürzung; waren sie mäßig geschlängelt (was man durch leises Zusammenschieben der Muskeln von beiden Enden her bewirken kann), so werden sie im Augenblicke der eintretenden Verkürzung ganz gerade und bleiben es, so lange die Kette geschlossen bleibt. Im Augenblicke aber, wo man die Kette wieder öffnet, beugen sie sich, wie mit einem Zauberschlage, auf eine ganz regelmäßige Weise so, wie es Prevost und Dumas beschrieben und abgebildet haben, in Zickzack und behalten nun diese Form, so lange der galvanische Strom nicht wieder einwirkt. Im Momente aber, wo man die Kette wieder schließt, verschwinden auch alle Zickzackbeugungen vollständig, und die Fasern bleiben von Neuem so lange ganz gerade, bis man wieder die galvanische Kette öffnet, wo sie sich von

---

[1]) Man braucht nicht gerade, wie Prevost und Dumas, den Bauchmuskel zu nehmen. Ich bediene mich im Gegentheile lieber eines längeren, nicht zu dünnen, aus parallelen Fasern bestehenden Muskels, deren sich mehre am Oberschenkel des Frosches finden, die für eine schwache Vergrößerung noch hinreichend durchsichtig sind.

[2]) Es ist bequem, um die eine Hand zur Handhabung des Mikroskopes freizubehalten, das eine Folienblatt im Voraus mit dem einen Leitungsdrahte in fire Verbindung zu setzen, was sehr leicht dadurch bewirkt werden kann, daß man den Draht an den messingenen Objecttisch befestigt und diesen durch ein besonderes Streifchen Stanniol mit dem einen Folienblatte des Objectglases verbindet. Berührt man dann mit dem zweiten Leitungsdrahte das andere Folienblatt, so geht der Strom von diesem durch den Muskel hindurch zum ersten Folienblatte in den Objecttisch und zum andern Leitungsdrahte, oder umgekehrt, und der Muskel zieht sich zusammen, ohne daß man den Muskel selber berührt.

Neuem auf das Regelmäßigste im Zickzack beugen und so fort. Dieses Spiel läßt sich achtmal und öfter bei demselben Muskel wiederholen.

Dieses Phänomen ist auf folgende Weise zu erklären. Wenn abgeschnittene geschlängelte Muskelfasern sich verkürzen, so ziehen sie sich zunächst durch die dadurch erzeugte Spannung gerade und erst, wenn sie die gerade Lage angenommen haben, können sich ihre Enden einander nähern. Haben sich die Fasern so durch Verkürzung gerade gerichtet und sich ihre Enden einander genähert, so beharren sie so lange in dieser Lage, als sie durch den Strom des Rotationsapparates in Thätigkeit erhalten werden; unterbricht man den Strom, so verlängern sich die Muskelfasern wieder, weil ihre Thätigkeit aufhört. Da aber die Muskelfasern wegen ihrer großen Beugsamkeit und der vorhandenen Friction nicht so leicht ihre Enden auf der Glasplatte zurückschieben und sich ausstrecken können, so bleiben die Enden derselben ziemlich in derselben Annäherung, in die sie durch die vorausgehende Zusammenziehung versetzt worden waren; die wieder länger gewordenen Muskelfasern müssen daher, um zwischen ihren genäherten Enden Platz zu finden, sich krümmen. Es verhält sich also Alles umgekehrt, als es Prevost und Dumas wahrgenommen zu haben glaubten. Die Muskelfasern bleiben oder werden während der Zusammenziehung gerade und beugen sich während des Nachlassens der Zusammenziehung im Zickzack. Man darf sich aber nicht vorstellen, daß die Zickzackbeugungen ein Charakter des unthätigen Zustandes der Muskeln wären; sie entstehen vielmehr nur dann bei der Rückkehr der Muskeln von der Thätigkeit zur Ruhe, wenn die Muskeln, wie in den Versuchen von Prevost und Dumas, abgeschnitten und daher ohne alle Spannung sind. Sind die Muskeln aber hinreichend gespannt, wie z. B. in ihrer Lage am Körper, so entstehen keine Zickzackbeugungen, sondern dieselben werden sofort durch die äußeren spannenden Kräfte ausgeglichen, denen die Muskelfasern wegen ihrer großen Beugsamkeit keinen Widerstand leisten. Man kann sich hiervon eine sehr vollkommne und deutliche Anschauung verschaffen, wenn man das Muskelbündel, wenn auch nur durch ganz schwache Gewichte spannt, die man mittelst Fäden an dessen Enden befestigt und zu beiden Seiten des Objecttisches herabhängen läßt, indem schon die Zugkraft von ein oder ein paar Grammen ausreicht, die Entstehung jener Zickzackbeugungen zu verhindern und den Muskel in seiner Verlängerung, wie in seiner Verkürzung, gerade gestreckt erscheinen zu lassen.

Man kann aber auch dasselbe an dünnen durchsichtigen Muskeln in ihrer natürlichen Lage und Befestigung beobachten, z. B. an dem Musc. mylohyoideus der Frösche. Schneidet man den Kopf eines Frosches, indem man das eine Scheerenblatt in die Mundspalte einbringt, so weg, daß der Unterkiefer unverletzt bleibt, entfernt alle Theile, die den Muskel ober- und unterhalb bedecken, so kann man, da dieser Muskel sehr durchsichtig ist, seine Fasern unter dem Mikroskope mit größter Deutlichkeit beobachten. Befestigt man nun an den Kiefer jeder Seite einen der Leitungsdrähte, so sieht man, sobald der Rotationsapparat in Bewegung und der Muskel dadurch in Zusammenziehung versetzt wird, dessen Fasern sich geradlinig verkürzen. Der Muskel, der vorher sackförmig herabhing, wird in dem Bogen des Unterkiefers, wie zwischen einem Rahmen so vollkommen eben ausgespannt, daß die einzelnen Muskelfasern unter dem Mikroskope, wie gespannte Saiten erscheinen. Da der Muskel durch Entfernung der Kehlhaut, an die er befestigt ist, seine natürliche Spannung verloren hat, so erscheinen mitunter hier oder da einige Fasern desselben vor dem Versuche in Zickzack gebogen. Diese Zick-

zackbeugungen verschwinden aber gleich vollständig bei der Zusammenziehung und stellen sich wieder her, so wie dieselbe unterbrochen wird, so daß man den Versuch sehr oft wiederholen kann. Aus diesem Hergange der Entstehung des Zickzacks erklärt sich auch vollständig, warum die Verkürzung, welche sich nach Prevost und Dumas, wie auch nach Valentin durch Berechnung aus der Zickzackbeugung der Muskelfasern ergiebt, mit der wahren Verkürzung des Muskels so vollkommen übereinstimmen mußte; denn da die Zickzackbeugungen dadurch entstehen, daß die verkürzten Muskelfasern sich verlängern, während ihre Enden in der genäherten Lage verharren, so muß die Differenz ihrer wirklichen und scheinbaren Länge der stattgehabten Verkürzung gleich sein.

Prevost und Dumas hatten die an sich wunderbare Erscheinung, daß die Fasern der durch ihre Spannung wirkenden Muskeln sich in Zickzack beugen sollen, durch ihre sehr ingeniöse und elegante Theorie zwar in einen bündigen physikalischen Zusammenhang zu bringen gewußt, indem sie die Kraft nicht von den sich beugenden Fasern, sondern von den Nerven ausgehen ließen und die Beugung der Muskelfasern selbst als eine Wirkung davon betrachteten. Aber der eigenthümliche Verlauf der Nerven in den Muskeln, auf dem ihre Lehre beruht, und wonach die letzten einfachen Fäden derselben, wie sie meinten und abgebildet haben, die Muskelfasern rechtwinklich und in regelmäßigen Abständen gerade in allen Scheitelpunkten der Zickzackbeugungen schneiden sollen, hat sich nicht bestätigt, und ebenso wenig besitzen die Nerven die von ihnen vorausgesetzte größere Leitungsfähigkeit für galvanische Ströme im Vergleich zu anderen Geweben des Körpers; denn nach Versuchen, die ich mit meinem Bruder Wilhelm angestellt habe [1], leitet das Rückenmark und die Nerven nicht besser, als andere ebenso warme und feuchte Theile des Körpers, d. h. ohngefähr wie Wasser, das dieselbe Temperatur und denselben Salzgehalt besitzt. Die Zickzackbeugungen der Muskelfasern würden aber als Erscheinung der Thätigkeit der Muskeln nur unter der Voraussetzung denkbar sein, daß die Lehre von Prevost und Dumas selbst oder eine ihr ganz ähnliche Geltung habe, denn man kann sich wohl denken, daß die Muskeln sich durch Krümmung ihrer Fasern verkürzen, man kann sich aber nicht denken, daß die Muskelfasern bei ihrer vollkommenen Beugsamkeit durch eine solche Krümmung an ihren Enden eine Zugkraft ausüben, da im Gegentheile jede noch so geringe Spannung sie gerade strecken muß. Diese Betrachtung hat mich schon früher zu der Ueberzeugung geführt, daß in den Beobachtungen selber irgend ein Irrthum obwalten müsse und mich daher veranlaßt, dieselben einer genaueren Prüfung zu unterwerfen.

Indem wir bewiesen haben, daß die Muskelfasern bei Zusammenziehung der Muskeln nicht in Zickzack gebogen werden, sondern sich geradlinig verkürzen, folgt nothwendig, daß sie, wie schon Foderà behauptet hat, in dem Maße an Dicke zunehmen, als sie an Länge abnehmen, daß also dasselbe von den Fasern der Muskeln gilt, was man im Groben an den ganzen Muskelsträngen beobachtet. Ich muß mich aber gänzlich gegen die Betrachtungsweise erklären, welche neuerlich namentlich von Bowman vertheidigt worden ist, wonach die Zusammenziehung der Muskelfasern nicht gleichförmig im Ganzen geschehe, sondern durch eine Gestaltänderung, die die einzelnen Segmente, aus denen sie zusammengesetzt seien, abgesondert erführen, zu Stande komme, und daß sie also ungleichförmig geschehe. Eine solche An-

---

[1] Quaestiones physiologicae. p. 12.

nahme ist, wenn man nicht durch Thatsachen zu derselben genöthigt wird, unzweckmäßig, nicht nur, weil dadurch unsere Vorstellung von der Verkürzungserscheinung sehr complicirt wird, sondern auch, weil die Annahme einer größeren Spaltbarkeit der Muskelfasern in den Querstreifen, oder eine geringere Haltbarkeit derselben an diesen Stellen mit ihrer Function durch Spannung zu wirken in Widerspruch steht und eben den Nachtheil haben würde, welche es hat, wenn ein Seil durch schwächere Stellen unterbrochen ist. Stünde dennoch die Thatsache fest, so würde sie von sehr großer Wichtigkeit sein; aber ich habe mich von der leichteren Trennbarkeit der secundären Muskelfasern (Fasciculi) an den Stellen der Querstreifen nicht überzeugen können, ungeachtet Bowman behauptet, daß sie sogar leichter in quere Scheiben [1]) zerfielen, als in ihre Elementarfasern sich auflösen ließen, und glaube auch nicht an die Zusammensetzung der Primitivfasern aus Kugelreihen nach Lauth, denn die Primitivfäden erscheinen um so glätter und gleichförmiger, je weniger sie bei der Präparation mißhandelt werden, und es möchte sehr schwer fallen, die Identität der Einschnürungen, die man bisweilen an den Primitivfasern beobachtet, mit den Querstreifen der secundären Muskelfasern nachzuweisen. Die genannten Schriftsteller haben für ihre Meinung noch darin einen Beweis gesucht, daß die Querstreifen sich bei der Zusammenziehung der Muskeln einander nähern und von einander entfernen. Es ist aber eine nothwendige Wirkung der Verkürzung überhaupt, daß der Abstand einzelner Punkte des sich verkürzenden Körpers sich verminderе; man bemerkt daher, an einem Kautschuckfaden, den man mit Querstreifen bemalt und dann abwechselnd ausdehnt und wieder zusammenziehen läßt, dieselbe Bewegung der Querstreifen, wie bei den Muskelfasern, ohne daß es Jemandem einfallen wird, anzunehmen, daß dessen Theile sich ungleichmäßig zusammenzögen, oder daß derselbe darum aus leichter trennbaren Scheiben oder Segmenten bestehe. Ich halte die Querstreifen der secundären Muskelfasern nur für eine Erscheinung ihrer Oberfläche, und namentlich für eine Faltung einer festeren, aber unausdehnsamen Scheide, die vermöge dieser Einrichtung die Bewegungen der eingeschlossenen Muskelfasern nicht stört und doch vermöge ihrer Festigkeit die Zerreißung durch gewaltsamere Ausdehnung verhindert. Diese Ansicht stimmt sehr gut damit überein, daß wir die Querstreifen gerade bei den Muskeln finden, die eine größere und raschere Bewegung besitzen, und namentlich auch einer größeren Spannung ausgesetzt sind.

Es ist noch von manchen Beobachtern behauptet worden, daß die Zusammenziehung der animalischen Muskeln nicht gleichzeitig in der ganzen Länge ihrer Fasern geschehe, sondern sich successive über dieselbe durch eine Art von Wellenbewegung ausbreite.

Haller [2]) beschreibt den sichtbaren Vorgang bei der Zusammenziehung der Muskeln mit folgenden Worten: »Primum quidem tractio aliqua in musculorum lacertis fibrisque observatur, qua celeriter a finibus ad centrum excurrunt et paullo post ab eo centro ad fines recedunt, summa est celeritas succedentis utrinsque tractionis, ut tempuscula definire vix liceat. Vidi in musculis intercostalibus, vidi in diaphragmate, et in corde similia eveniunt. Dum trahuntur fibrae, rugae in iis et quasi plicae apparent. Plerumque in toto musculo una eadem phaenomena vidi, fuit cum palpitationes et

[1]) Eine solche Zusammensetzung der Muskelfasern aus Scheiben ist schon früher von Straus-Dürkheim angenommen und bei den Insecten beschrieben worden.

[2]) Haller, Elem. physiol. T. IV. Lib. 11. Sect. 2. §. 17.

fibrarum tractiones in aliqua particula sola aut in plusculis particulis apparerent demumque super totum musculum se diffunderent.« Offenbar beschreibt Haller hier nicht den Vorgang der Zusammenziehung an den einzelnen Muskelfasern, sondern Erscheinungen, wie er sie mit bloßen Augen an größeren Muskelmassen wahrscheinlich während ihrer spontanen Zuckungen an eben geschlachteten Thieren beobachtet hat. Wenn sich lebende Muskeln zusammenziehen, so bilden sie dabei anfangs, wie wir gesehen haben, keine Falten oder Zickzackbeugungen, vielmehr werden ihre Fasern, wenn sie Falten hatten, straffer und gerader. Läßt nun aber die lebendige Zusammenziehung plötzlich nach und die Muskeln sind nicht gespannt genug, so müssen an ihnen Bewegungen entstehen, die uns wie Runzeln erscheinen können. Folgen mehre solche Zusammenziehungen durch sehr kurze Pausen getrennt schnell aufeinander, so sehen wir ein Zittern der Fasern. Runzeln und Beugungen entstehen auch, wenn sich nicht alle Muskelbündel gleichzeitig zusammenziehen, sondern wenn zwischen Bündeln, welche sich zusammenziehen, andere liegen, welche unthätig sind. Von der Art sind die Bewegungen, die man bei eben geschlachteten größeren Thieren an den Hautmuskeln und Intercostalmuskeln sieht. Bei der Zusammenziehung der Muskeln nähern sich die verschiedenen Abschnitte, in die man sich die Muskelfasern ihrer Länge nach eingetheilt denken kann, dem befestigten Ende des Muskels. Merkmale irgend einer Art, die wir an denselben in's Auge fassen, rücken nach dem befestigten Ende hin fort. Sind beide Enden gleich beweglich, so nähern sich jene Abschnitte der Muskelfasern mit ihren Merkmalen der Mitte. So verstanden, stimme ich mit der Haller'schen Beobachtung überein. Ich muß aber der von Ficinus [1]) aufgestellten Behauptung widersprechen, daß die Zusammenziehung der Muskelfasern durch fortschreitende Wellen zu Stande komme, die mit den Wellen verglichen werden könnten, welche man an einem gespannten Seile, das angestoßen wird, wahrnimmt. Die Fasern der animalischen Muskeln ziehen sich nach meinen Erfahrungen gleichzeitig und gleichförmig in ihren verschiedenen Theilen zusammen, so daß man keine dergleichen wellenartige Fortschreitung wahrnimmt. Betrachtet man Muskelfasern, während sie sich nur noch äußerst schwach contrahiren, unter dem Mikroskope, so sieht man, daß alle Querstreifen nach einer und derselben Richtung durch das Sehfeld laufen, was leicht die Vorstellung einer Wellenbewegung erweckt, aber nur davon abhängt, daß der Muskel in der Regel mit einem Theile fester aufliegt, als mit den übrigen, und daß folglich bei der Zusammenziehung die beweglicheren Theile gegen die unbeweglichere Stelle hingezogen werden. Diese Bewegung ist auch von Bowman beschrieben

---

[1]) H. R. Ficinus, Diss. inaug: De fibrae muscularis forma et structura. Lipsiae 1836. p. 32. »Quanto nimirum inspirationem agebat animal lineae prominentes transversales in musculi fine utroque oriebantur, celeriter sibi accurrebant et in centro concurrentes non redibant, sed veluti undae se decussantes, sive, ut ita dicam, interferentes apparebant. Caeterum hoc phaenomenon undarum motui in fluidi alicujus superficie, vel in fune extenso excitato tantopere respondere videbantur, ut musculorum contractionem in sola fibrarum oscillatione concinna ponendam crederem. Lineae enim illae transversae omnino undarum lineas lapide in aquam dejecto excitatas imitantur ac multo magis undis in fune vel fascia aliqua extensa progredientibus, eodem fere modo alia aliam sequitur, procedunt, et sibi obviae se invicem interferunt. Uti mihi quidem visum et novae undae in finibus musculi oriri non desinebant, donec primae illae ab altero fine procedentes ad oppositum usque progressae essent, quo fiebat, ut tum in omnibus musculi particulis undulae sibi obviae se interferrent et ita duplo elevatae summum contractionis gradum assequerentur.«

und richtig beurtheilt worden. Wenn aber derselbe in seinen Versuchen, in welchen er die Zusammenziehung der Muskeln durch Befeuchtung mit Wasser erzeugte, beobachtete, daß die Zusammenziehung an den äußersten (abgeschnittenen) Enden der Muskelfasern ihren Anfang nahm und von denselben allmälig nach ihrer Mitte hin fortschritt, so muß ich diese Zusammenziehung für einen der Muskelthätigkeit ganz fremden Proceß halten, der wahrscheinlich zum Theil seine Quelle in der allmälig fortschreitenden Imbibition des Wassers hat. Denn abgesehen davon, daß das Wasser, wie Bowman sagt, dieselbe Erscheinung auch bei Muskeln bewirkt, die durch keinen andern Reiz mehr zur Contraction gebracht werden, folgt auch der von ihm beschriebenen Zusammenziehung, wie der nach Berührung mit siedendem Wasser und anderen zerstörenden Agentien, kein Nachlaß, der sonst die lebensthätige Zusammenziehung charakterisirt; vielmehr zerstört das Wasser diese Fähigkeit. Die Zusammenziehung beginnt stets an den abgeschnittenen Enden, wo die Scheide der Fasern dem Wasser zugänglich ist, so daß man voraussetzen kann, daß in den Ausnahmsfällen, wo Bowman sie auch von mittleren Punkten ausgehen sah, die Scheide an denselben verletzt gewesen sei. Auch bildet Bowman die Verdickung der zusammengezogenen Theile so kolossal ab, daß sie nicht allein von der Verkürzung, sondern auch von aufgenommenem Wasser herrühren muß, welches sich nach Bowman's Angabe sogar unter der Scheide in Bläschen anhäufte. Es ist außerdem den Physiologen nur zu bekannt, daß die eigentliche Contractilität der Muskelfasern durch Berührung mit Wasser gleich vernichtet wird. Läßt man animalische Muskeln sich durch Einwirkung des galvanischen Stromes des Rotationsapparates zusammenziehen, so erfolgt die Verkürzung gleichmäßig und gleichzeitig in der ganzen Länge der Fasern, und man nimmt auch, während sie in Zusammenziehung erhalten werden, selbst mit Hilfe des Mikroskopes keine Bewegungen, kein Zucken und theilweises Nachlassen einzelner Fasern wahr.

Von den Erscheinungen der Thätigkeit der Muskeln, wenn ihre Bewegungen Widerstand finden.

Wir haben bis jetzt die Bewegungen untersucht, welche die Muskeln ausführen, wenn sie, ohne verhindert zu sein, durch Einflüsse des Willens oder äußere Einflüsse auf die Nerven in Thätigkeit gesetzt werden, und gesehen, daß diese Bewegungen in einer Verkürzung bestehen, bei welcher sich nicht allein die ganzen Muskeln, sondern auch die einzelnen Fasern, die sie zusammensetzen, in gleichem Maße verdicken. Diese Verkürzung (Contraction) ist daher eine Erscheinung der Muskelthätigkeit, die wir beobachten, nicht die Muskelthätigkeit selbst. Die Muskelthätigkeit, die man auch häufig mit dem Worte Muskelcontraction bezeichnet, ist keine Erscheinung, die wir beobachten, sondern eine Ursache, die wir zur Erklärung gewisser Erscheinungen an den Muskeln voraussetzen, und welche sich weder allein noch nothwendig durch Contraction oder Verkürzung zu äußern braucht. Die Thätigkeit des Muskels ist die Ursache seiner Verkürzung, ob aber der thätige Muskel sich wirklich verkürzt, hängt außer jener Ursache noch von äußeren Bedingungen ab. Ist ein Muskel an seinen Enden mit zwei Knochen verwachsen, so müssen die Knochen sich nähern, wenn der Muskel sich contrahiren soll. Nähern sich die Knochen nicht (was man auf mannichfache Weise verhindern kann), so kann der Muskel sich nicht contrahiren, wohl aber thätig sein. Statt der

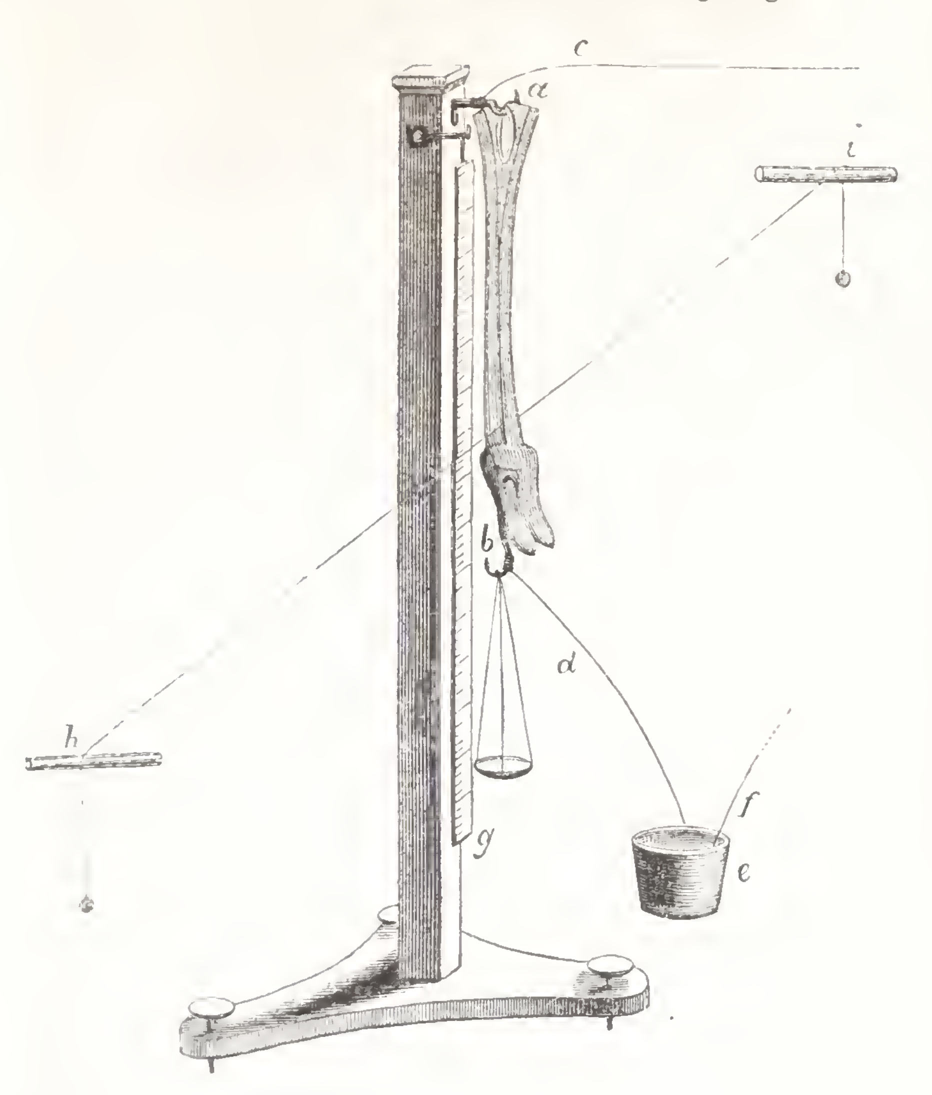
Bewegung, die der Muskel in diesem Falle nicht ausführen kann, sehen wir, daß der Muskel in Spannung geräth, ebenso wie eine Saite, welche durch Abnahme der Temperatur sich zu verkürzen strebt, in Spannung geräth, wenn sie durch Befestigung ihrer Enden an der Verkürzung verhindert wird. Der in Thätigkeit gesetzte Muskel hat daher nur ein Streben sich zu verkürzen, welches sich bald durch wirkliche Verkürzung, bald, wenn diese verhindert ist, durch Spannung, bald durch beide zugleich äußert. Die Spannung ist daher ebenso wie die Verkürzung eine Erscheinung der Muskelthätigkeit. Um von dieser letzteren eine vollständige und richtige Vorstellung zu erhalten, muß man die Erscheinungen derselben ebenso genau, wie die der Verkürzung, beobachten. Man kann die Spannung als Erscheinung der Muskelthätigkeit schon am eigenen lebenden Körper beobachten. Jeder weiß, daß die Spannung der in Thätigkeit gesetzten Muskeln, welche sich durch das Gefühl scheinbarer Härte verräth, um so größer ist, mit je größerer Kraft die Muskeln die Glieder zu bewegen streben und je größeren Widerstand zugleich diese Bewegung findet. Ein Muskel kann ohne einen äußeren seine Zusammenziehung hindernden Widerstand nicht in Spannung verharren, vielmehr ist dessen Spannung stets nur dem Widerstande gleich. Sie ist daher Null, wenn der Widerstand Null ist, und wächst nur mit dem wachsenden Widerstande. Durchschneidet man daher die Flechse eines Muskels, so geräth derselbe, auch wenn er in Thätigkeit gesetzt wird, nicht mehr in Spannung und wird daher auch nicht mehr scheinbar härter. Der Mangel der Härte ist folglich, wenn kein Widerstand da ist, kein Zeichen, daß der Muskel sich nicht contrahirt habe.

Es scheint auf den ersten Anblick sehr schwer, Mittel zu finden, die Spannung der Muskeln während ihrer Thätigkeit und bei verschiedenen Graden der Verkürzung zu messen. Man kann aber dieser Schwierigkeit entgehen, weil es zu demselben Ziele führt, wenn man die Verkürzung bei verschiedenen Graden der Spannung als wenn man die Spannung bei verschiedenen Graden der Verkürzung mißt. Ersteres Verfahren habe ich eingeschlagen, indem ich einen Muskel, den ich aus dem Körper eines eben getödteten Thieres herausschnitt, an einem Ende aufhing und am andern eine Waagschale mit Gewichten befestigte und die Länge des Muskels sowohl während des unthätigen Zustandes, als auch während er durch den Strom des Rotationsapparates in ununterbrochener Thätigkeit erhalten wurde, beobachtete. Die Differenz aus beiden Messungen giebt nämlich die Größe der stattgehabten Verkürzung und das angehängte Gewicht das Maß seiner Spannung. Indem man daher letzteres wechselt, kann man die Größe der Verkürzung bei verschiedenen Graden der Spannung messen.

Ich habe zu diesen Längenmessungen immer dieselben Muskelbündel, die Musculi hyoglossi des Frosches gebraucht, welche von zwei Fortsätzen des Kehlkopfknorpels zu beiden Seiten der Stimmritze entspringen und von da zur Zunge gehen. Diese langen ganz isolirten Muskelbündel präparire ich frei und schneide sie dann so heraus, daß die Stimmritze als Henkel an dem einen, die Zunge am andern Ende desselben bleibt, und hänge ihn dann mittelst der Stimmritze am Haken *a* des Stativs (siehe die nebenstehende Figur) [1]) auf, während eine kleine Waagschale an die Zunge am andern Ende des Muskels mittelst eines spitzen Hakens *b* befestigt wird, den ich durch dieselbe zwischen den beiderseitigen Bündeln der eintretenden Musculi hyoglossi hindurchstoße. Mit dem oberen Haken *a* am Stative wird der eine Leitungsdraht *c*

---

[1]) Der Muskel *a b* ist in natürlicher Größe, das Stativ verkleinert gezeichnet.



des Rotationsapparates bleibend vereinigt, an dem unteren Haken *b*, welcher an der Zunge befestigt ist und die Waagschale trägt, dagegen ein feines Kupferdrähtchen *d* befestigt, welches auswärts gekrümmt, herabhängt und in ein Quecksilbernäpfchen *e* am Ende des zweiten Leitungsdrahtes *f* getaucht werden kann, so daß man durch Annäherung des Quecksilbernäpfchens, ohne die Spannung des Muskels zu ändern, die Kette momentan schließen und den Strom durch die ganze Länge des Muskels hindurchführen und ebenso durch Entfernung des Näpfchens den Strom wieder unterbrechen kann. Um nun die Aenderungen der Länge des Muskels bei verschiedenen Belastungen, während der Strom durch ihn hindurchgeht und während er nicht durchgeht, in jedem Momente genau beobachten und messen zu können, ist, wie die Figur zeigt, dicht neben dem Muskel eine Millimetertheilung *g* senkrecht aufgehängt, und ein Coconfaden *h i* dicht über der Zunge durch den Muskel hindurchgeführt oder sonst auf passende Weise an ihm befestigt und nach beiden Seiten dadurch horizontal und geradlinig ausgespannt, daß seine Enden, mit zwei gleichen Gewichten, z. B. Nähnadeln belastet, über zwei horizontale Glasstäbe *h* und *i* gehängt sind, die, acht Fuß weit jederseits von dem Muskel entfernt, in gleicher Höhe mit der Zunge befestigt sind. Der so vor der Scala vorbeilaufende Faden, welcher hier geschwärzt sein muß, steigt mit dem Ende des Muskels auf- und abwärts, und kann als Zeiger dienen. Beobachtet man nämlich die Scala mittelst eines kleinen Fernrohres aus zehn Fuß Entfernung, so sieht man den schwarzen Faden bei der Bewegung des Muskels vor der Scala auf- und absteigen. Hat man nun die Länge des Muskels von seinem oberen Ende bis zum Coconfaden unmittelbar gemessen und zugleich den Stand des Fadens an der Scala beobachtet, so giebt, weil das obere Ende des Muskels seine Lage nicht ändert, die Bewegung des Fadens an der Scala alle Aenderungen der Länge des Muskels bis auf $^1/_{10}$ eines Millimeters meßbar an.

Die Muskeln beharren nicht in ihrer Contraction, sondern verlängern sich alsbald wieder, nachdem sie den höchsten Grad erreicht haben.

Man weiß, daß ein Muskel, wenn er häufig in Thätigkeit gesetzt oder längere Zeit in derselben erhalten worden ist, sich wenig oder gar nicht mehr verkürzt, und sagt daher, daß der Muskel durch dieselbe erschöpft und dadurch zur ferneren Thätigkeit unfähig werde. Es ergiebt sich schon hieraus, daß der Zustand der Thätigkeit der Muskeln, während dessen sie sich zu verkürzen streben, nur vorübergehend sei, was auch mit allen Erfahrungen im Gebrauche derselben am lebenden Körper übereinstimmt. Um die Dauer des verkürzten Zustandes genauer zu beobachten und zu messen, wurden die Musc. hyoglossi eines Frosches auf die beschriebene Weise präparirt, aufgehangen und mit 10 Grammen belastet. Einige Belastung ist nothwendig, damit der Muskel in jedem Augenblicke seine wahre Länge annehme, welche ihm ohne Faltung und Krümmung seiner Fasern zukommt. Eine solche Faltung und Krümmung tritt nämlich, wenn gar keine Spannung stattfindet, häufig statt der Verlängerung ein. Nachdem hierauf die Länge des Muskels gemessen und zugleich der Stand des Fadens an der Scala durch das Fernrohr abgelesen worden war, wurde der Rotationsapparat in möglichst gleichförmige Umdrehung und darauf der Muskel durch Schließung der Kette in Contraction versetzt und darin bis zum Ende des Versuches ununterbrochen erhalten; dabei wurde vom Beginne des Stromes an die Zeit notirt, wann der Muskel das Maximum seiner Verkürzung erreichte, und wann er bei seiner Wiederverlängerung jedesmal um ein Millimeter länger geworden war, oder wann der Coconfaden jedesmal einen Theilstrich auf der Millimeterscala passirte. Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse dieser Messungen, nämlich in der ersten Columne die Längen, welche der Muskel successiv angenommen und in der zweiten Columne die Zeitmomente, in welcher er dieselben angenommen hatte, vom Beginne des Stromes an gerechnet; die Unterschiede dieser Zeitangaben, in der dritten Columne A, geben die Zeiträume, welche der Muskel gebrauchte, um von einer Länge zur nächst folgenden überzugehen. Zur Ausgleichung kleinerer Beobachtungsfehler sind aus je zwei auf einander folgenden Zahlen die Mittel genommen, die unter B in der vierten Columne stehen. Diesen in der vierten Columne enthaltenen Mitteln ist nun die Geschwindigkeit, mit welcher die Wiederverlängerung in den Zeitabschnitten successiv fortschritt, umgekehrt proportional. Dividirt man daher die Zahl Eins durch die Zeiträume in der vierten Columne, so erhält man eine Vergleichung der den einzelnen Zeitabschnitten entsprechenden Geschwindigkeiten, welche in der fünften Columne enthalten ist. Der gebrauchte Muskel wog 0,126 Gramm und war 42,1 Millimeter lang. Von dem Zeitpunkte an, wo der Strom auf ihn einwirkte, wurden folgende Beobachtungen gemacht.

Länge in Millimetern.	Zeit in Secunden.	Zeitraum für 1 Millimeter Verlängerung. A.	B.	Verlängerung in 1 Secunde.
	0			
19,7	9,2	9,2		
20	14,0	4,8		
21	21,0	7,0	7,795	0,126
22	29,9	8,9	7, 50	0,133
23	36,0	6,1	6, 25	0,160
24	42,4	6,4	4, 60	0,217
25	45,2	2,8	2, 95	0,339
26	48,3	3,1	3, 40	0,291
27	52,0	3,7	3, 95	0,253
28	56,2	4,2	5, 05	0,198
29	62,1	5,9	5, 55	0,180
30	67,3	5,2	6, 15	0,163
31	74,4	7,1	7, 85	0,127
32	83,0	8,6	7, 85	0,127
33	90,1	7,1	10, 60	0,094
34	104,2	14,1	15, 65	0,064
35	121,4	17,2	17, 65	0,058
36	139,5	18,1	25, 35	0,039
37	172,1	32,6	42, 00	0,024
38	223,5	51,4	65, 70	0,015
39	303,5	80,0	126, 35	0,008
40	476,2	172,7		

Nachdem der Versuch nach 476,2 Secunden abgebrochen worden war, dehnte der Muskel sich von 40 bis auf 42,1 Millimeter wieder aus. Der 42,1 Millimeter lange Muskel verkürzte sich demnach während der Einwirkung des galvanischen Stromes zuerst bis auf 19,7 Millimeter, verlängerte sich dann während dessen Fortdauer wieder bis auf 40 Millimeter und kehrte nach dessen Unterbrechung auf seine ursprüngliche Länge von 42, 1 Millimeter zurück. Die Verkürzung geschah nicht während eines Momentes, sondern erreichte erst nach 9,2 Secunden ihren höchsten Grad. Bei anderen kräftigeren Muskeln habe ich sie indessen viel rascher erfolgen sehen. So wie der Muskel den höchsten Grad der Verkürzung erreicht hatte, begann sogleich seine Wiederverlängerung, ungeachtet er nach 476 Secunden noch nicht völlig zu seiner ursprünglichen Länge zurückgekehrt war. Die Wiederverlängerung erfolgte nicht gleichmäßig in verschiedenen Zeiträumen; denn die Zeit, die er um 1 Millimeter länger zu werden gebrauchte, nahm anfangs von 8 Secunden bis auf 3 Secunden ab; nahm aber dann, nachdem er sich ungefähr um ein Viertel der ganzen Verkürzung wieder verlängert hatte, rasch wieder zu und betrug schon am Ende obiger Versuche 126 Secunden und darüber. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Muskel sich vom Maximum seiner Verkürzung an wieder verlängerte, wuchs daher bis zur 45sten Secunde und nahm dann bis zum Ende immer mehr ab, so wie die letzte Columne es zeigt.

Die Eigenthümlichkeit der Muskeln, sich nur während einer geringen Zeit vorubergehend kraftvoll verkürzen zu können, giebt sich auch beim Gebrauche derselben im lebenden Körper zu erkennen; denn die Muskeln sind, wie Jeder weiß, sehr großer Anstrengung, wenn sie ununterbrochen fortdauert, nur während äußerst kurzer Zeit fähig und selbst geringfügige Lasten, wenn sie von den Muskeln ohne Unterbrechung getragen werden sollen (wie die Erhaltung eines Gliedes in aufgehobener Lage), verursachen schon nach sehr kurzer Zeit

eine unerträgliche Anstrengung und sogar Schmerz. Der Mechanismus der natürlichen Bewegungen, welche, wie das Gehen und Laufen, auf eine größere Dauer berechnet sind, ist daher so eingerichtet, daß die Anstrengung der dabei betheiligten Muskeln zwar oft, aber jedesmal nur ganz kurze Zeit in Anspruch genommen wird, so daß den Muskeln dazwischen Zeit bleibt, sich stets für die neue Thätigkeit wieder zu erholen.

Nicht allein die Muskeln im lebenden Körper, sondern auch aus dem Körper herausgeschnittene, von Nerven und Gefäßen getrennte Muskeln können sich durch Ruhe einigermaßen wieder erholen und dann von Neuem, wenn auch in geringerem Grade, verkürzen.

Die Muskeln am lebenden Körper erholen sich, wenn sie nicht sehr heftig angestrengt werden, — wie Jeder aus Erfahrung weiß, — in so kurzer Zeit und so vollkommen, daß man kaum begreifen kann, wie die materiellen Veränderungen, die sie, wie man voraussetzen kann, während ihrer Thätigkeit erlitten haben, in so kurzer Frist wieder ausgeglichen werden können. In dieser Hinsicht ist es eine sehr interessante Thatsache, daß auch Muskeln, von Gefäßen und Nerven getrennt und aus dem Körper herausgeschnitten, nachdem sie bis auf eine kleine Spur ihrer Lebensthätigkeit erschöpft worden sind, sich, wenn auch in geringerem Maße, wieder erholen und demzufolge in weiterem Umfange und mit größerer Kraft wieder verkürzen. Valentin [1]) hat zuerst die Zunahme der Kraft solcher Muskeln gemessen. Er fand bei seinen Kraftmessungen (s. Seite 85) nämlich, daß der M. gastrocnemius eines Frosches, der, während er anfangs 379 Gramme hob, nach 313 Contractionsversuchen aber so geschwächt worden war, daß er nur noch 38 Gramme zu heben vermochte, durch drei Stunden Ruhe sich so merklich wieder erholt hatte, daß er nicht 38, sondern 45 Gramme hob. So wie von Valentin bei so herausgeschnittenen und erschöpften Muskeln durch längere Ruhe eine Wiederzunahme der Kraft beobachtet worden ist, so ergiebt sich aus meinen Versuchen unter gleichen Verhältnissen eine Wiederzunahme der verminderten Verkürzung solcher Muskeln, und zwar schon nach ganz kurzer Zeit, d. h. nach einer Ruhe von wenigen Minuten. In den zwei folgenden Versuchsreihen waren die Musc. hyoglossi zweier anderer Frösche, ähnlich wie der vorige Muskel, behandelt und beobachtet worden. Nachdem sich der erstere von ihnen unter dem Einflusse des Stromes des Rotationsapparates um 26,9 Mill. (von 46,9 auf 20) verkürzt und diese Verkürzung während der fortdauernden Einflüsse desselben sich bis auf 1,9 Millimeter vermindert hatte, verkürzte er sich nach einer Pause von 5 Minuten 34 Secunden, wo der Strom unterbrochen und der Muskel auf seine ursprüngliche Länge zurückgegangen war, bei Erneuerung des Stromes nicht um 1,9 Millimeter, sondern um 7,9 Millimeter, nämlich von 46,9 Millimetern nicht auf 45 Millimeter, welche Länge er am Ende des Versuches hatte, sondern bis auf 39 Millimeter, und ging erst nach 1 Minute durch neue Erschöpfung auf jene Länge zurück. Auf gleiche Weise erholte er sich danach zum 2ten und 3ten Male durch eine solche kurze Ruhe und würde es wahrscheinlich noch öfter gethan haben, wenn die Versuche fortgesetzt worden wären. Dieselbe Erscheinung der Erholung beobachtet man auch in der zweiten, von 0″ bis 1568″, fortgesetzten Versuchsreihe:

---

[1]) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. Bd. I. S. 185.

Galvanische Kette.	Länge in Millimet.	Zeit in Secunden.
offen	mm 46,9	
geschlossen		0,''
	20,	8,
	25,	37,
	30,	63,
	35,	89,
	40,	153,
	45,	390,
offen	46,9	
geschlossen		720,''
	39,	727,
	40,	731,
	41,	735,
	42,	739,
	43,	748,
	44,	763,
	45,	791,
	46,	846,
offen	47,	
geschlossen		1170,''
	41,	1179,
	42,	1163,
	43,	1170,
	44,	1200,
	45,	1217,
	46,	1253,
offen	48,	
geschlossen		1500,''
	42,	1509,
	43,	1513,
	44,	1522,
	45,	1535,
	46,	1565,
offen	48,	

Galvanische Kette.	Länge in Millimet.	Zeit in Secunden.
offen	mm 44,5	
geschlossen	10,	
		0,''
	16,	7,
	21,	31,
	26,	63,
	31,	106,
	36,	193,
	41,	511,
	42,	743,
offen	43,	
geschlossen		1500,''
	37,	1508,
	38,	1513,
	39,	1520,
	40,	1532,
	41,	1552,
	42,	1568,
offen	42,	

Messung der Verkürzung der Muskeln bei verschiedener Belastung derselben.

Um zu ermitteln, wie die Verkürzung durch verschiedene Belastung (Spannung) des Muskels verändert werde, wurde ein Muskel (gleichfalls die Musc. hyoglossi eines Frosches) auf die beschriebene Weise aufgehängt und successive mit verschiedenen Gewichten beschwert. Nach jedem Wechsel der Belastung wurde allemal zunächst dessen Länge, während seiner Unthätigkeit und dann während er durch den galvanischen Strom contrahirt war, gemessen. Um dabei den Muskel möglichst wenig zu erschöpfen, wurde die Kette erst im Augenblicke, wo die Ablesung erfolgen sollte, durch Annäherung des Quecksilber-Näpfchens *e* (siehe die Figur Seite 69) geschlossen und, sobald dies geschehen

war, gleich wieder durch Entfernung desselben geöffnet und der Muskel in Ruhe versetzt, so daß die Dauer der Einwirkung des Stromes bei jedem Versuche im Mittel kaum 5 Secunden betrug. Da nun dessenungeachtet der Muskel so rasch ermüdete, daß die Abnahme seiner Kraft von Versuch zu Versuch merklich war, so war es zweckmäßig, statt immer andere und andere Belastungsgewichte aufzulegen, sich bei demselben Muskel auf eine kleine Anzahl derselben zu beschränken und diese immer wiederholt in einer solchen Reihenfolge in Anwendung zu bringen, daß man durch eine zweckmäßige Combination der gefundenen Werthe der Verkürzung den störenden Einfluß der Ermüdung eliminiren könne, wie S. 79 gezeigt werden wird. Die folgenden Tabellen enthalten die Ergebnisse solcher an vielen Muskeln ausgeführten Versuchsreihen, die ich hier mittheile, weil sie die Grundlage aller folgenden Untersuchungen sind. Die Muskeln, an denen die einzelnen Reihen ausgeführt worden, sind mit Buchstaben, A, B, C, D u. s. w., bezeichnet, welche nebst dem Gewichte desjenigen Stückes, dessen Länge gemessen wurde, in der 1sten Columne stehen. Die 2te Columne giebt die Reihenfolge der Versuche und kann daher zugleich als Maß der Ermüdung dienen. Die 3te Columne das Grammengewicht, mit welchem der Muskel während des Versuches belastet war; die 4te und 5te Columne die Länge, welche der Muskel bei Belastung im unthätigen und im contrahirten Zustande hatte, in Millimetern; die 6te Columne endlich die Unterschiede beider Längen oder die Größe der jedesmal stattgehabten Verkürzung.

Bezeichnung und Gewicht des Muskels.	Nr.	Belastung.	Länge unthätig.	Länge thätig.	Verkürzung.
A.		gr	mm	mm	mm
gr 0,228	1.	10	39,8	6,0	33,8
	2.	5	40,5	7,4	33,1
	3.	10	41,2	13,2	28,0
	4.	5	40,4	10,5	29,9
	5.	10	40,4	14,4	26,0
	6.	5	39,6	14,2	25,4
	7.	10	39,9	26,4	13,5
	8.	5	39,1	18,2	20,9
	9.	10	40,4	32,4	8,0
	10.	5	39,4	25,4	14,0
	11.	10	39,6	34,4	5,2
	12.	5	38,9	28,4	10,5
	13.	10	40,2	36,4	3,8
	14.	5	39,2	32,3	6,9
	15.	10	40,1	37,4	2,7
	16.	5	39,3	34,4	4,9
	17.	10	40,3	38,2	2,1
	18.	5	39,4	35,3	4,1
	19.	10	40,3	38,5	1,8
	20.	5	39,4	36,4	3,0
	21.	10	40,4	38,6	1,8
	22.	5	39,3	36,6	2,7
B.		gr	mm	mm	mm
gr 0,298	1.	15	40,0	13,2	26,8
	2.	10	38,7	11,8	26,9
	3.	5	35,5	9,8	25,7
	4.	10	37,0	12,0	25,0
B.		gr	mm	mm	mm
gr 0,298	5.	15	39,0	14,8	24 2
	6.	10	37,8	13,5	24,3
	7.	5	35,1	11,8	23,3
	8·	10	36,7	14,5	22,2
	9.	15	38,7	18,0	20,7
	10.	10	37,0	16,1	20,9
	11.	5	34,9	14,0	20,9
	12.	10	35,9	16,7	19,2
	13.	15	37,3	19,5	17,8
	14.	10	35,9	18,0	17,9
	15.	5	33,3	15,8	17,5
	16.	10	34,4	18,7	15,7
	17.	15	35,7	22,1	13,6
	18.	10	34,5	21,0	13,5
	19	5	32,3	18,0	14,3
	20.	10	33,1	20,8	12,3
	21.	15	35,0	25,6	9,4
	22.	10	32,2	24,0	8,2
	23.	5	31,5	21,0	10,5
	24.	10	32,2	24,8	7,4
	25.	15	34,0	28,9	5,1
	26.	10	33,1	27,9	5,2
	27.	5	31,3	23,4	7,9
	28.	10	32,1	26,8	5,3
	29.	15	33,7	30,9	2,8
	30.	10	33,0	29,9	3,1
	31.	5	31,5	25,0	6,5
	32.	10	32,1	29,0	3,1

Bezeichnung und Gewicht des Muskels.	Nr.	Belastung.	Länge		Verkürzung.
			unthätig	thätig	
B.		gr	mm	mm	mm
gr 0,298	33.	15	33,5	31,9	7,6
	34.	10	33,0	31,0	2,0
	35.	5	31,9	26,9	5,0
	36.	10	32,1	30,3	1,8
	37.	15	33,8	32,8	1,0
	38.	10	33,1	31,6	1,5
	39.	5	31,5	28,5	3,0
	40.	10	32,1	31,1	1,0
	41.	15	33,5	33,0	0,5
	42.	10	33,0	32,0	1,0
	43.	5	31,8	29,0	2,8
	44.	10	32,3	31,3	1,0
	45.	15	33,4	33,0	0,4
	46.	10	33,0	32,0	1,0
	47.	5	31,7	29,7	2,0
C.		gr	mm	mm	mm
gr 0,150	1.	15	43,0	15,0	28,0
	2.	10	42,6	15,0	27,6
	3.	5	41,6	14,5	27,1
	4.	10	42,3	15,9	26,4
	5.	15	43,2	17,2	26,0
	6.	20	44,1	19,0	25,1
	7.	25	45,1	21,8	23,3
	8.	30	45,9	27,2	18,7
	9.	25	46,1	26,7	19,4
	10.	20	45,7	25,2	20,5
	11.	15	45,1	23,2	21,9
	12.	10	44,2	21,0	23,2
	13.	5	42,8	19,0	23,8
	14.	10	43,6	21,8	21,8
	15.	15	44,3	24,8	19,5
	16.	20	45,2	29,9	15,3
	17.	25	45,9	35,1	10,8
	18.	30	46,5	39,3	7,2
	19.	25	46,4	38,8	7,6
	20.	20	46,2	36,8	9,4
	21.	15	45,7	33,8	11,9
	22.	10	44,7	27,0	17,7
	23.	5	43,1	22,2	20,9
	24.	10	44,0	26,0	18,0
	25.	15	44,9	32,8	12,1
	26.	20	45,6	37,5	8,1
	27.	25	46,2	41,0	5,2
	28.	30	46,7	42,8	3,9
	29.	25	46,5	42,0	4,5
	30.	20	46,3	41,0	5,3
	31.	15	45,8	38,9	6,9
	32.	10	45,0	33,3	11,7
	33.	5	43,7	24,0	10,7
	34.	10	44,3	31,5	13,8
	35.	15	45,0	37,4	7,6
	36.	20	45,8	41,0	4,8
	37.	25	46,4	43,8	2,6
	38.	30	46,9	45,0	1,9
	39.	25	46,8	44,4	2,4

Bezeichnung und Gewicht des Muskels.	Nr.	Belastung.	Länge		Verkürzung.
			unthätig	thätig	
C.		gr	mm	mm	mm
gr 0,150	40.	20	46,6	43,3	3,3
	41.	15	46,2	41,8	4,4
	42.	10	45,2	37,3	7,9
	43.	5	43,9	26,0	17,9
	44.	10	44,7	35,8	8,9
	45.	15	45,5	40,6	4,9
	46.	20	46,2	43,3	2,9
	47.	25	46,7	44,9	1,8
	48.	30	47,2	45,9	1,3
	49.	25	47,0	45,4	1,6
	50.	20	46,8	45,8	1,0
	51.	15	46,2	43,0	3,2
	52	10	45,4	39,4	6,0
	53.	5	44,1	27,5	16,6
D.		gr	mm	mm	mm
gr 0,180	1.	35	48,7	36,0	12,7
	2	30	48,7	34,3	14,4
	3.	10	46,5	16,3	30,2
	4.	5	44,5	14,5	30,0
	5.	10	48,1	16,6	31,5
	6.	30	52,7	49,5	3,2
	7.	35	53,6	51,9	1,7
	8.	30	53,6	51,5	2,1
	9.	10	51,5	26,5	25,0
	10.	5	48,5	17,0	31,5
	11.	10	50,2	25,1	25,1
	12.	30	53,3	50,5	2,8
	13.	35	53,8	52,4	1,4
	14.	30	53,6	52,0	1,6
	15.	10	51,6	34,5	17,1
	16.	5	49,3	21,5	27,8
	17.	10	50,5	32,4	18,1
	18.	30	53,5	52,5	1,0
	19.	35	54,3	53,4	0,9
	20.	30	54,3	53,5	0,8
	21.	10	52,0	43,5	8,5
	22.	5	49,8	27,5	22,3
	23.	10	50,6	41,5	9,1
	24.	30	54,0	53,5	0,5
	25.	35	54,5	54,7	-0,2
	26.	30	54,5	54,7	-0,2
	27.	10	52,3	49,4	2,9
	28.	5	50,5	37,5	13,0
	29.	10	51,5	47,5	4,0
	30.	30	54,4	54,6	-0,2
	31.	35	54,8	55,3	-0,5
	32.	30	54,6	55,3	-0,7
	33.	10	52,7	51,6	1,1
	34.	5	50,6	45,5	5,1
	35.	10	52,0	50,6	1,4
	36.	30	54,6	55,0	-0,4
	37.	35	55,1	55,5	-0,4
	38.	30	54,8	55,4	-0,6
	39.	10	52,7	52,3	0,4
	40.	5	51,1	47,4	3,7

Bezeichnung und Gewicht des Muskels.	Nr.	Belastung.	Länge		Verkürzung.
			unthätig.	thätig.	
D.		gr	mm	mm	mm
gr 0,180	41.	10	52,4	51,5	0,9
	42.	30	54,8	55,3	0,5
	43.	35	55,3	55,5	0,2
	44.	30	54,9	55,4	0,5
	45.	10	52,6	52,0	0,6
	46.	5	51,0	48,3	2,7
	47.	10	52,5	51,6	0,9
	48.	30	54,9	55,4	-0,6
	49.	35	55,4	55,6	-0,2
	50.	30	55,2	55,5	-0,3
	51.	10	52,7	52,8	-0,1
	52.	5	51,2	48,6	2,6
E.		gr	mm	mm	mm
gr 0,125	1.	45	45,0	44,0	1,0
	2.	40	44,9	43,5	1,4
	3.	10	42,4	15,5	26,9
	4.	5	43,5	9,9	33,6
	5.	10	40,4	15,6	24,8
	6.	40	45,0	44,5	0,5
	7.	45	45,8	45,1	0,7
	8.	40	46,0	45,0	1,0
	9.	10	43,4	34,0	9,4
	10.	5	40,7	12,1	28,6
	11.	10	41,5	33,5	8,0
	12.	40	45,9	45,4	0,5
	13.	45	46,2	46,0	0,2
	14.	40	46,3	46,0	0,3
	15.	10	43,9	40,9	3,0
	16.	5	41,6	20,0	21,6
	17.	10	42,8	40,5	2,3
	18.	40	46,5	46,2	0,3
	19.	45	47,0	46,8	0,2
	20.	40	46,9	46,7	0,2
	21.	10	44,1	42,2	1,9
	22.	5	42,0	25,0	17,0
	23.	10	43,0	41,3	1,7
	24.	40	47,0	47,0	0,0
	25.	45	47,5	47,5	0,0
	26.	40	47,5	47,6	0,1
	27.	10	44,9	44,0	0,9
	28.	5	43,9	34,0	9,9
F.		gr	mm	mm	mm
gr 0,207	1.	25	45,8	32,2	13,6
	2.	15	45,3	24,0	21,3
	3.	5	41,9	13,0	28,9
	4.	15	45,1	27,5	17,6
	5.	25	46,5	40,0	6,5
	6.	15	45,9	35,4	10,5
	7.	5	42,1	17,6	24,5
	8.	15	45,1	38,0	7,1
	9.	25	46,9	43,1	3,8
	10.	15	46,0	41,0	5,0
	11.	5	42,3	26,0	16,3
	12.	15	45,8	41,7	4,1

Bezeichnung und Gewicht des Muskels.	Nr.	Belastung.	Länge		Verkürzung.
			unthätig.	thätig.	
		gr	mm	mm	mm
gr 0,207	13.	25	47,0	44,8	2,2
	14.	15	46,2	43,0	3,2
	15.	5	42,8	33,8	9,0
	16.	15	46,0	43,0	3,0
	17.	25	47,1	45,9	1,2
	18.	15	46,5	44,1	2,4
	19.	5	43,0	36,0	7,0
	20.	15	46,0	44,1	1,9
	21.	25	47,2	46,5	0,7
	22.	15	46,6	45,0	1,6
	23.	5	43,0	38,1	4,9
G.		gr	mm	mm	mm
gr 0,190	1.	25	47,0	41,0	6,0
	2.	15	46,0	24,0	22,0
	3.	5	43,0	10,0	33,0
	4.	15	45,0	28,8	16,2
	5.	25	46,2	43,2	3,0
	6.	15	45,9	37,1	8,8
	7.	5	43,5	14,0	29,5
	8.	15	45,1	38,0	7,1
	9.	25	46,7	44,7	2,0
	10.	15	46,0	41,0	5,0
	11.	5	43,8	17,0	26,8
	12.	15	45,4	42,0	3,4
	13.	25	46,9	45,0	1,9
	14.	15	46,1	43,1	3,0
	15.	5	44,0	19,0	25,0
	16.	15	45,5	43,8	1,7
	17.	25	46,9	46,0	0,9
	18.	15	46,1	44,5	1,6
	19.	5	44,0	19,0	25,0
	20.	15	45,8	44,5	1,3
	21.	25	47,0	46,2	0,8
	22.	15	46,2	45,2	1,0
	23.	5	44,1	22,0	22,1
	24.	15	45,7	44,7	1,0
	25.	25	47,0	46,4	0,6
	26.	15	46,2	45,7	0,5
	27.	5	44,1	28,0	16,1
	28.	15	45,9	45,3	0,6
	29.	25	47,0	47,0	0,0
	30.	15	46,4	46,0	0,4
	31.	5	44,2	37,0	7,2
	32.	15	46,0	45,9	0,1
	33.	25	47,0	46,9	0,1
	34.	15	46,5	46,0	0,5
	35.	5	44,5	41,0	3,5
	36.	15	46,4	46,0	0,4
	37.	25	47,3	47,3	0,0
	38.	15	46,9	46,7	0,2
	39.	5	44,8	42,0	2,8
	40	15	46,6	46,4	0,2
	41.	25	47,5	47,7	-0,2
	42.	15	47,5	47,3	0,2

Bezeichnung und Gewicht des Muskels.	Nr.	Belastung.	Länge unthätig.	Länge thätig.	Verkürzung.
H.		gr	mm	mm	mm
gr	1.	35	48,0	39,0	9,0
0,267	2.	25	47,7	33,8	13,9
	3.	15	46,1	19,9	26,2
	4.	5	40,5	12,9	27,6
	5.	15	45,0	21,0	24,0
	6.	25	47,0	38,0	9,0
	7.	35	48,4	44,8	3,6
	8.	25	48,2	43,0	5,2
	9.	15	47,1	35,5	11,6
	10.	5	42,3	15,0	27,3
	11.	15	45,2	33,2	12,0
	12.	25	47,5	44,0	3,5
	13.	35	49,0	47,0	2,0
	14.	25	48,7	46,0	2,7
	15.	15	47,8	43,0	4,8
	16.	5	44,8	20,9	23,9
	17.	15	46,0	41,5	4,5
	18.	25	47,9	46,9	1,0
	19.	35	49,0	48,2	0,8
	20.	25	48,7	48,0	0,7
	21.	15	47,9	46,7	1,2
	22.	5	45,0	31,7	13,3
	23.	15	47,0	46,0	1,0
	24.	25	48,6	48,0	0,6
	25.	35	49,7	49,2	0,5
	26.	25	49,2	48,8	0,4
	27.	15	48,3	47,7	0,6
	28.	5	45,6	41,0	4,6
	29.	15	47,7	47,0	0,7
	30.	25	49,0	48,9	0,1
	31.	35	50,0	49,8	0,2
	32.	25	49,6	49,2	0,4
	33.	15	48,7	48,0	0,7
	34.	5	46,0	43,0	3,0
	35.	15	48,1	47,9	0,2
	36.	25	49,3	49,1	0,2
	37.	35	50,0	49,8	0,2
	38	25	49,3	49,1	0,2
	39.	15	48,7	48,1	0,6
	40.	5	46,0	43,9	2 1
	41.	15	48,1	47,9	0,2
	42.	25	49,2	49,0	0,2
	43.	35	50,0	50,0	0,0
	44.	25	49,5	49,4	0,1
	45.	15	50,1	50,0	0,1
I.		gr	mm	mm	mm
gr	1.	30	47,5	39,0	8,5
0,230	2.	20	46,2	30,9	15,3
	3.	10	44,8	15,0	29,8
	4	20	46,1	30,5	15,6
	5.	30	47,0	41,5	5,5
	6.	20	46,5	35,0	11,5
	7.	10	45,0	24,5	20,5
	8.	20	46,2	36,0	10,2
	9.	30	47,1	44,0	3,1
I.		gr	mm	mm	mm
gr	10.	20	46,9	39,9	7,0
0,230	11.	10	45,2	29,0	16,2
	12.	20	46,3	40,5	5,8
	13.	30	47,2	45,0	2,2
	14.	20	47,0	42,0	5,0
	15.	10	45,8	32,0	13,8
	16.	20	46,7	42,5	4,2
	17.	30	47,7	46,5	1,2
	18.	20	47,1	44,0	3,1
	19.	10	45,8	35,0	10,8
	20.	20	46,8	45,0	1,8
	21.	30	47,8	46,9	0,9
	22.	20	47,1	45,7	1,4
	23.	10	46,0	38,5	7,5
	24.	20	47,0	45,8	1,2
	25.	30	47,0	45,8	1,2
	26.	20	48,0	47,1	0,9
K.		gr	mm	mm	mm
gr	1.	35	48,2	42,0	6,2
0,210	2.	20	47,1	30,8	16,3
	3.	5	43,8	15,5	28,3
	4.	20	46,5	30,0	16,5
	5.	35	47,7	43,0	4,7
	6.	20	47,0	35,0	12,0
	7.	5	43,9	17,8	26,1
	8.	20	46,4	36,0	10,4
	9.	35	47,8	44,5	3,3
	10.	20	47,0	40,0	7,0
	11.	5	44,2	21,4	22,8
	12.	20	46,9	41,5	5,4
	13.	35	48,0	46,0	2,0
	14.	20	47,2	43,7	3,5
	15.	5	44,3	24,8	19,5
	16.	20	46,8	44,0	2,8
	17.	35	48,0	47,2	0,8
	18.	20	47,2	46,0	1,2
	19.	5	44,5	26,0	18,5
	20.	20	46,7	45,8	0,9
	21.	35	48,1	48,0	0,1
	22.	20	47,5	46,7	0,8
	23.	5	44,8	26,5	18,3
	24.	20	46,9	46,5	0,4
	25.	35	48,1	48,5	-0,4
	26.	20	47,7	47,0	0,7
	27.	5	45,0	30,5	14,5
	28.	20	47,2	47,1	0,1
	29.	35	48,2	48,9	-0,7
	30.	20	47,9	47,8	0,1
	31.	5	45,0	32,9	12,1
	32.	20	47,0	47,2	-0,2
	33.	35	48,5	49,0	-0,5
	34.	20	47,9	47,9	0,0
	35.	5	45,0	36,2	8,8
	36	20	47,1	47,5	-0,4
	37.	35	48,7	48,9	-0,2

Bezeichnung und Gewicht des Muskels.	Nr.	Belastung.	Länge		Verkürzung.
			unthätig.	thätig.	
K.		gr	mm	mm	mm
gr 0,210	38.	20	48,0	48,1	-0,1
	39.	5	45,1	38,7	6,4
	40.	20	47,5	47,6	-0,1
	41.	35	49,0	48,9	-0,1
	42.	20	48,0	48,0	0,0
	43.	5	45,2	41,4	3,8
L.		gr	mm	mm	mm
gr 0,160	1.	45	46,8	44,7	2,1
	2.	25	45,0	39,5	5,5
	3.	5	41,0	12,0	29,0
	4.	25	44,0	39,0	5,0
	5.	45	45,5	43,0	2,5
	6.	25	43,9	40,8	3,1
	7.	5	40,6	13,0	27,6
	8.	25	44,0	41,0	3,0
	9.	45	46,0	44,2	1,8
	10.	25	45,0	42,5	2,5
	11.	5	41,0	14,5	26,5
	12.	25	44,3	42,0	2,3
	13.	45	46,0	44,1	1,9
	14.	25	45,6	43,1	2,5
	15.	5	41,0	20,6	20,4
	16.	25	44,7	44,0	0,7
	17.	45	46,1	45,6	0,5
	18.	25	45,3	44,0	1,3
	19.	5	41,2	24,5	16,7
	20.	25	45,0	44,1	0,9
	21.	45	46,7	46,0	0,7
	22.	25	45,8	44,9	0,9
	23.	5	41,5	26,0	15,5
	24.	25	45,0	44,5	0,5
	25.	45	46,4	46,3	0,1
	26.	25	45,5	45,1	0,4
	27.	5	41,2	27,0	14,2
	28.	25	45,5	45,1	0,4
	29.	45	47,0	47,0	0,0
	30.	25	46,1	46,0	0,1
	31.	5	41,9	29,9	12,0
	32.	25	46,0	45,7	0,3
	33.	45	46,3	46,4	-0,1
	34.	25	46,4	46,1	0,3
	35.	5	42,1	31,9	10,2
	36.	25	46,0	46,0	0,0
	37.	45	47,2	47,2	0,0
	38.	25	46,4	46,2	0,2
	39.	5	42,2	35,0	7,2
	40.	25	46,2	46,3	-0,1
	41.	45	47,6	47,6	0,0
	42.	25	46,8	46,5	0,3
	43.	5	42,5	37,9	4,6
	44.	25	46,3	46,1	0,2
L.		gr	mm	mm	mm
gr 0,160	45.	45	47,8	47,6	0,2
	46.	25	46,9	46,7	0,2
	47.	5	42,8	38,5	4,3
	48.	25	46,3	46,1	0,2
	49.	45	47,8	47,8	0,0
	50.	25	46,9	46,7	0,2
	51.	5	42,9	39,1	3,8
M.		gr	mm	mm	mm
gr 0,172	1.	55	48,0	46,0	2,0
	2.	30	46,7	42,7	4,0
	3.	5	41,6	6,5	35,1
	4.	30	45,6	43,3	2,3
	5.	55	47,4	46,3	1,1
	6.	30	46,5	44,9	1,6
	7.	5	41,0	21,5	19,5
	8.	30	46,5	44,6	1,9
	9.	55	48,0	47,1	0,9
	10.	30	46,6	45,5	1,1
	11.	5	41,6	22,5	19,1
	12.	30	47,1	45,5	1,6
	13.	55	48,0	46,5	1,5
	14.	30	47,1	47,0	0,1
	15.	5	42,3	27,7	14,6
	16.	30	46,9	46,3	0,6
	17.	55	48,4	48,2	0,2
	18.	30	47,5	46,6	0,9
	19.	5	42,4	29,5	12,9
	20.	30	47,5	46,6	0,9
	21.	55	48,9	48,5	0,4
	22.	30	47,6	47,2	0,4
	23.	5	42,4	31,5	10,9
	24.	30	47,5	47,0	0,5
	25.	55	48,9	48,6	0,3
	26.	30	47,8	47,5	0,3
	27.	5	42,6	33,6	9,0
	28.	30	47,7	47,5	0,2
	29.	55	49,5	49,2	0,3
	30.	30	48,3	47,9	0,4
	31.	5	43,2	35,9	7,3
	32.	30	48,0	47,7	0,3
	33.	55	49,4	49,4	0,0
	34.	30	48,4	48,2	0,2
	35.	5	43,4	47,5	5,9
	36.	30	48,4	48,2	0,2
	37.	55	49,5	49,5	0,0
	38.	30	48,5	48,4	0,1
	39.	5	43,6	38,6	5,0
	40.	30	48,5	48,3	0,2
	41.	55	49,6	49,6	0,0
	42.	30	48,5	48,6	-0,1
	43.	5	43,5	40,5	3,0

Die Unterschiede, welche man zwischen den verschiedenen Messungen der Verkürzung eines und desselben Muskels beobachtet, hängen theils von der

Verschiedenheit der jedesmaligen Belastung oder Spannung des Muskels, theils von der immer zunehmenden Ermüdung und Erschöpfung desselben ab. Um den Einfluß der ersteren von dem der letzteren abgesondert darzustellen, muß man die gleichen Ermüdungsgraden entsprechenden Längen des thätigen und unthätigen Muskels durch zweckmäßige Interpolation obiger Beobachtungsreihen bestimmen. Will man z. B. wissen, in welchem Verhältnisse der Muskel A sich bei 5 Gr. und bei 10 Gr. Belastung verkürze, so dürfen wir die im Versuche Nr. 2. (s. S. 74) gefundene Verkürzung nicht mit der im Versuche Nr. 1. beobachteten vergleichen; denn im 1sten Versuche war der Muskel weniger ermüdet als im 2ten; wir dürfen aber ebenso wenig die im 2ten Versuche gefundene Verkürzung mit der im 3ten beobachteten vergleichen, denn im 3ten Versuche war der Muskel mehr ermüdet als im 2ten, wohl aber können wir die im 2ten Versuche gefundene Verkürzung mit der Zahl vergleichen, die wir erhalten, wenn wir aus der Verkürzung im 1sten und 3ten Versuche das Mittel nehmen. Wir finden auf diese Weise, daß der Muskel, der sich im 2ten Versuche bei 5 Grammen Belastung um 33,1 Millimeter verkürzte, sich, wäre er mit 10 Grammen beschwert gewesen, nur um $\frac{33{,}8 + 28}{2} = 30{,}9$ Millimeter verkürzt haben würde, wenn wir ihn im 2ten Versuche mit 10 Grammen belastet hätten. Auf gleiche Weise entspricht das Mittel aus der 2ten und 4ten Messung bei 5 Grammen Belastung der Verkürzung des Muskels im 3ten Versuche bei 10 Grammen, ferner das Mittel aus der 3ten und 5ten Messung bei 10 Grammen Belastung der 4ten Messung bei 5 Grammen Belastung u. s. w. Führt man diese Rechnung aus, so erhält man für die verschiedenen Belastungen entsprechende Verkürzungen der Muskeln A, B, C u. s. w. die in folgenden Tafeln zusammengestellten Bestimmungen. Die Nummer des Versuches in der ersten Columne derselben bezeichnet jedesmal den Ermüdungsgrad aller auf gleicher Linie mit ihr stehenden Verkürzungswerthe.

Muskel A. (0,228 Gr.)			Muskel B. (0,298 Gr.)			
Nr.	5 Gr.	10 Gr.	Nr.	5 Gr.	10 Gr.	15 Gr.
2.	33,8	30,95	3.	25,7	25,95	25,5
3.	31,5	28,0	5.	24,5	24,65	24,2
4.	29,9	27,0	7.	23,3	23,25	22,45
5.	27.65	26,0	9.	22,1	21,55	20,7
6.	25,4	19,75	11.	20,9	20,05	19,25
7.	23,15	13,5	13.	19,2	18,55	17,8
8.	20,9	10,75	15.	17,5	16,8	15,7
9.	17,45	8,0	17.	15,9	14,6	13,6
10.	14,0	6,6	19.	14,3	12,9	11,5
11.	12,25	5,2	21.	12,4	10,25	9,4
12.	10,5	4,5	23.	10,5	7,8	7,25
13.	8,7	3,8	25.	9,2	6,3	5,1
14.	6,9	3,25	27.	7,9	5,25	3,95
15.	5,9	2,7	29.	7,2	4,2	2,8
16.	4,9	2,4	31.	6,5	3,1	2,2
17.	4,5	2,1	33	5,75	2,55	1,6
18.	4,1	1,95	35.	5,0	1,9	1,3
19.	3,55	1,8	37.	4,0	1,65	1,0
20.	3,0	1,8	39.	3,0	1,25	0,75
21.	3,0	1,8	41.	2,9	1,0	0,5
22.	3,0	1,8	43.	2,8	1,0	0,45
23.	2.85	1,8	45.	2,4	1,0	0,4

Muskel C. (0,15 Gr.)

Nr.	5 Gr.	10 Gr.	15 Gr.	20 Gr.	25 Gr.	30 Gr.
3.	27,1	27.0	27,0			
8.	25,45	24,8	23,95	22,8	21,35	18,7
13.	23,8	22,5	20,7	17,9	15,1	12,95
18.	22,35	19,75	15,7	12,35	9,2	7,2
23.	20,9	17,85	12,0	8,75	6,4	5,55
28.	20,3	14,85	9,5	6,7	4,85	3,9
33.	19,7	12,25	7,25	5,05	3,55	2,9
38.	18,8	10,35	6,0	4,05	2,5	1,9
43.	17,9	8,4	4,65	3,1	2,1	1,6
48.	17,25	7,45	4,05	1,9	1,7	1,3

Muskel D. (0,18 Gr.)

Nr.	5 Gr.	10 Gr	30 Gr.	35 Gr.
4.	30,0	30,85	8,80	7,2
7.	30,75	28,25	2,65	1,7
10.	31,5	25,05	2,45	1,55
13.	29,65	21,1	2,2	1,4
16.	27,8	16,6	1,3	1,15
19.	25,05	13,3	0,9	0,9
22.	22,3	8,8	0,65	—0,35
25.	17,65	6,0	0,15	—0,50
28.	13,0	3,45	—0,2	—0,35
31.	9,05	2,55	—0,45	—0,5
34.	5,1	1,25	—0,55	—0,45
37.	4,4	0,9	—0,5	—0,4
40.	3,7	0,65	—0,55	—0,3
43.	3,2	0,75	—0,5	--0,2
46.	2,7	0,75	—0,55	—0,2
49.	2,65	0,5	—0,45	—0,2

Muskel E. (0,125 Gr.)

Nr.	5 Gr.	10 Gr.	40 Gr.	45 Gr.
4.	33,60	25,85	0,95	0,85
7.	31,10	17,10	0,75	0,70
10.	28,60	8,70	0,75	0,45
13.	25,10	5,50	0,4	0,20
16.	21,60	2,65	0,3	0,2
19.	19,30	2,10	0,25	0,2
22.	17,00	1,8	0,10	0,10
25.	13,45	1,3	—0,05	0,0

Muskel F. (0,207 Gr.)

Nr.	5 Gr.	15 Gr.	25 Gr.
3:	28,9	19,45	10,05
5.	26,7	14,05	6,5
7.	24,5	8,8	5,15
9.	20,4	6,05	3,8
11.	16,3	4,55	3,0
13.	12,65	3,65	2,2
15.	9,0	3,1	1,7
17.	8,0	2,7	1,2
19.	7,0	2,15	3,95
21.	5,95	1,75	0,7

Muskel G. (0,19 Gr.)

Nr.	5 Gr.	15 Gr.	25 Gr.
3.	33,0	19,1	4,5
5.	31,25	12,5	3,0
7.	29,5	7,95	2,5
9.	28,15	6,05	2,0
11.	26,8	4,2	1,95
13.	25,9	3,2	1,9
15.	25,0	2,35	1,4
17.	25,0	1,65	0,9
19.	25,0	1,45	0,85
21.	23,55	1,15	0,8
23.	22,1	1,0	0,7
25.	19,1	0,75	0,6
27.	16,1	0,55	0,3
29.	11,65	0,5	0,0
31.	7,2	0,25	0,05
33.	5,35	0,3	0,1
35.	3,5	0,45	0,05
37.	3,15	0,3	0,0
39.	2,8	0,2	-0,1

Muskel H. (0,267 Gr.)				
Nr.	5 Gr.	15 Gr.	25 Gr.	35 Gr.
4.	27,60	25,10	11,45	6,30
7.	27,45	17,80	7,10	3,60
10.	27,30	11,8	4,35	2,80
13.	25,60	8,40	3,10	2,00
16.	23,90	4,65	1,85	1,40
19.	18,60	2,85	0,85	0,80
22	13,30	1,10	0,65	0,65
25.	8,95	0,80	0,50	0,50
28.	4,60	0,65	0,25	0,35
31.	3,80	0,70	0,25	0,20
34.	3,00	0,45	0,30	0,20
37.	2,55	0,40	0,20	0,20
40.	2,10	0,40	0,20	0,10

Muskel I. (0,23 Gr.)			
Nr.	10 Gr.	20 Gr.	30 Gr.
3.	29,8	15,45	7,0
5.	25,15	13,4	5,5
7.	20,5	10,85	4,3
9.	18,35	8,6	3,1
11	16,2	6,4	2,65
13.	15,0	5,4	2,2
15.	13,8	4,6	1,7
17.	12,3	3,65	1,2
19.	10,8	2,45	1,05
21.	9,15	1,6	0,9
23.	7,5	1,3	1,05
25.	5,5	1,2	0,9

Muskel K. (0,21 Gr.)			
Nr.	5 Gr.	20 Gr.	35 Gr.
3.	28,3	16,4	5,45
5.	27,2	14,25	4,7
7.	26,1	11,2	4,0
9.	24,45	8,7	3,3
11.	22,8	6,2	2,65
13.	21,15	4,45	2,0
15.	19,5	3,15	1,4
17.	19,0	2,0	0,8
19.	18,5	1,05	0,45
21.	18,4	0,85	0,1
23.	18,3	0,6	-0,15
25.	16,4	0,55	-0,40
27.	14,5	0,4	-0,55
29.	13,3	0,1	-0,70
31.	12,1	-0,05	-0,60
33.	10,45	-0,10	-0,50
35.	8,8	-0,20	-0,35
37.	7,6	-0,25	-0,20
39.	6,4	-0,10	-0,15
41.	5,1	-0,05	-0,10

Muskel L. (0,16 Gr.)			
Nr.	5 Gr.	25 Gr.	45 Gr.
3.	29,0	5,25	2,3
5.	28,3	4,05	2,5
7.	27,6	3,05	2,15
9.	26,55	2,75	1,8
11.	26,5	2,4	1,85
13.	23,45	2,4	1,9
15.	20,4	1,6	1,2
17.	18,55	1,0	0,5
19.	16,7	1,1	0,6
21.	16,1	0,9	0,7
23.	15,5	0,7	0,4
25.	14,85	0,45	0,1
27.	14,2	0,4	0,05
29.	13,1	0,25	0,0
31.	12,0	0,2	-0,05
33.	11,1	0,3	-0,1
35.	10,2	0,15	0,05
37.	8,7	0,1	0,0
39.	7,2	0,05	0,0
41.	5,9	0,1	0,0
43.	4,6	0,25	0,1
45.	4,55	0,2	0,2
47.	4,3	0,2	0,1
49.	4,05	0,2	0,0

Muskel M. (0,17 Gr.)			
Nr.	5 Gr.	30 Gr.	55 Gr.
3.	35,1	3,15	1,55
5.	27,3	1,95	1,1
7.	19,5	1,75	1,0
9.	19,3	1,5	0,9
11.	19,1	1,35	1,2
13.	16,85	0,85	1,5
15.	14,6	0,35	0,85
17.	13,75	0,75	0,2
19.	12,9	0,9	0,3
21.	11,9	0,65	0,4
23.	10,9	0,45	0,5
25.	9,95	0,4	0,3
27.	9,0	0,25	0,3
29.	8,15	0,3	0,3
31.	7,3	0,35	0,15
33.	6,6	0,25	0,0
35.	5,9	0,20	0,0
37.	5,45	0,15	0,0
39.	5,0	0,15	0,0
41.	4,0	0,10	0,0

Hinsichtlich der Wirkung, die ein Muskel durch seine Thätigkeit hervorbringt, sind drei Größen zu unterscheiden:

1) die Länge, um die er sich verkürzt;

2) die Kraft, die er in jedem Grade seiner Verkürzung ausübt;

3) der durch seine Verkürzung hervorgebrachte mechanische Effect.

Von der Größe der Verkürzung der Muskeln.

Bei Bestimmung der Größe der Verkürzung der Muskeln muß man die Größe, um die ein Muskel sich wirklich verkürzt, von derjenigen unterscheiden, um welche er ohne äußeren Widerstand sich verkürzen würde. Erstere hängt bei gegebener Anregung zur Thätigkeit außer vom Muskel selbst, noch von der Größe des Widerstandes, d. h. von dem Gewichte ab, das vom Muskel zugleich gehoben werden muß. Spricht man daher von der Verkürzung als einer Eigenschaft der Muskeln, so kann man nur die meinen, welche der Muskel ohne allen Widerstand erfährt, und welche vom Muskel allein abhängt. Von dieser Größe der Muskelcontraction wollen wir jetzt allein reden.

Die Größe der Muskelcontraction hängt außer der qualitativen Beschaffenheit des Muskels nur von dessen Länge (d. h. der Länge seiner Fasern), der sie proportional ist, nicht vom Querschnitte oder seinen anderen Dimensionen ab. Jeder Muskel würde sich, wenn er doppelt so lang wäre, auch um die doppelte Größe verkürzen. Seine Verkürzung würde aber dieselbe bleiben, auch wenn er zehnmal so dick wäre.

Die Verkürzung der Muskeln wird daher einfacher und allgemeiner in Theilen ihrer Länge statt in einem bestimmten Maße ausgedrückt. Die Größe der Verkürzung, durch die Länge des sich verkürzenden Muskels dividirt, ist daher als Maß seiner Contraction anzuwenden, und kann mit dem Maße der Contraction jedes anderen Muskels unmittelbar verglichen werden.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daß die Muskelcontraction, oder die Verkürzung, welche die Muskeln, weil sie in Thätigkeit gerathen, erfahren, nicht mit derjenigen Verkürzung verwechselt oder vermischt werden dürfe, welche ausgedehnte Muskeln erleiden, wenn ihre Spannung vermindert wird. Eine solche Vermischung findet aber Statt, wenn manche Physiologen die Verkürzung der gespannten Muskeln am lebenden Körper, wenn sie von den Befestigungspunkten, die sie in Spannung erhalten, getrennt werden, für einen Theil der Muskelcontraction halten, und diese durch Aufhebung der Spannung entstandene bleibende Verkürzung zu der vorübergehenden Muskelcontraction, welche die abgespannten Muskeln erfahren, wenn sie durch äußere Reize in Thätigkeit gesetzt werden, hinzu addiren.

Man hat sich die Größe, um welche die Muskeln sich verkürzen können, viel zu gering vorgestellt. Daniel Bernoulli[1]) giebt die größte Verkürzung der Muskeln gleich $^2/_{11}$ oder fast $^1/_5$ ihrer Länge an. Er maß nämlich, wie weit das Auge nach außen und nach innen gedreht werden könne, und berechnete aus dem Halbmesser des Auges, aus der Länge des äußern geraden Augenmuskels und aus der Stelle seiner Anfügung am Augapfel, wie viel dieser Muskel sich verkürzen müsse, um jene Bewegung hervorzubringen. Prevost und Dumas setzen dieselbe gleich $^1/_4$ der Länge des Muskels. Sie fanden nämlich an Muskelbündeln, die sie durch den Reiz des galvanischen Stromes sich verkürzen ließen, die Abnahme der Länge durch directe Messungen gleich 27 Procent, und durch Berechnung aus den Zickzackbeugungen gleich 23 Procent. Zu demselben Resultate ist auch Valentin gekommen, indem er sagt, daß der Werth der Verkürzung, welche abgeschnittene

[1]) Comment. Acad. Petrop. Tom. I. pag. 304. und Halleri disputat. anat. selectae. III. pag. 447.

Muskeln durch Reizung erfahren, im günstigsten Falle auf $1/4$ angeschlagen werden könne. Um von der Größe der Verkürzungen, die bei Muskeln vorkommen, eine Vorstellung zu geben, will ich die größten Verkürzungen, die S. 74 bis 78 an den einzelnen Muskeln beobachtet worden sind, hier übersichtlich zusammenstellen, und in der letzten Columne der Tabelle die Uebersetzung derselben in Procenten der Länge der einzelnen Muskeln beifügen.

Bezeichnung und Gewicht der Muskeln.		Belastung.	Länge.	Verkürzung	
				in Millimetern.	in Procenten der Länge.
	gr	gr	mm	mm	
A.	0,228	10	39,8	33,8	85
B.	0,298	10	38,7	26,9	70
C.	0,150	15	43,0	28,0	65
D.	0,180	10	46,5	30,2	65
E.	0,125	5	43,5	33,6	77
F.	0,207	5	41,9	28,9	69
G.	0,190	5	43,0	33,0	77
H.	0,267	5	40,5	27,6	68
I.	0,230	10	44,8	29,8	67
K.	0,210	5	43,8	28,3	65
L.	0,160	5	41,0	29,0	71
M.	0,172	5	41,6	35,1	84
Mittel	0,201	7,5	42,4	30,4	72

Die größten von mir beobachteten Verkürzungen betragen hiernach 85 und 84 Procent, d. i. fast $5/6$ der Länge des Muskels, welche an den Muskeln A und M beobachtet wurden. Aber das Vermögen, sich zu verkürzen, ist bei Muskeln verschiedener Individuen nicht gleich groß. Andere Muskeln verkürzten sich daher in geringerem Grade. Aber auch bei den Muskeln, welche dieses Vermögen im geringsten Maße besaßen, bei den Muskeln C, D, K, welche sich um 65 Procent oder reichlich um $2/3$ ihrer Länge verkürzten, übersteigt es doch weit die vorhandenen Angaben. Das Mittel, welches man aus allen an 12 Muskeln verschiedener Individuen gemachten Messungen ziehen kann und welches 72 Proc. oder nahe $3/4$ der Länge des Muskels beträgt, kann man daher als die Verkürzung betrachten, welche einem Froschmuskel mindestens zukommt, der das Vermögen, sich zu verkürzen, im mittleren Grade besitzt.

Es kann sehr leicht der Gedanke entstehen, daß, weil die Versuche an Muskeln, die durch kleine Gewichte ausgedehnt waren, ausgeführt worden sind (weil ohne alle Spannung keine genaue Messung möglich ist), nicht bloß die Verkürzung, welche die Muskeln während ihrer Thätigkeit erfahren, sondern auch die Verkürzung zugleich mit gemessen worden sei, welche ausgedehnte Muskeln auch während der Unthätigkeit erfahren, wenn sie außer Spannung gesetzt werden. Die Belastung hat aber in unseren Versuchen gleichmäßig während der Thätigkeit, wie während der Unthätigkeit, eingewirkt und wir werden später sehen, daß eine solche Belastung des Muskels die Verkürzung desselben nicht vermehre, sondern vielmehr vermindere. Indessen auch dieser negative Einfluß der Belastung auf die Verkürzung ist, wenn die Belastung die Größe der hier angewandten Gewichte nicht überschreitet, sehr gering, und bei sehr kräftigen Muskeln sogar ganz unmerklich. Der Mus-

kel C z. B. verkürzte sich (siehe Seite 80) bei 5 Grammen Belastung um 27,1 Mill., bei 10 Gr. um 27,0 Mill., bei 15 Gr. um 27,0 Mill., also in allen drei Fällen nicht oder kaum wahrnehmbar verschieden; es ist daher anzunehmen, daß die Verkürzung um 28 Millim. oder 65 Procent, die derselbe Muskel im Versuche Nr. 1. (siehe Seite 75) bei 15 Gr. Belastung erfuhr, auch eingetreten sein würde, wenn er statt mit 15 Gr. mit 10 Gr. oder mit 5 Gr., oder auch gar nicht belastet gewesen wäre: wir können also obige Messungen wenigstens näherungsweise auch für den völlig unbelasteten Zustand giltig betrachten. Die obigen Angaben der größten Verkürzung sind in der That aber aus einer andern Ursache, die wohl etwas mehr in Betracht kommt, noch um einige Procente zu gering, weil nämlich bei sämmtlichen Muskeln, an denen die Messungen gemacht worden sind (wie die Tabellen, S. 74 bis 78, zeigen), schon einige Contractionsversuche vorhergegangen waren und die Muskeln dadurch ein wenig an Kraft verloren hatten, ganz abgesehen davon, daß man wohl überhaupt Muskeln, die aus dem Körper herausgeschnitten sind, den in ihren natürlichen Verhältnissen wirksamen nicht ganz gleichachten darf.

Von der Kraft der sich verkürzenden Muskeln.

Ein Muskel, welcher sich zu verkürzen strebt, übt eine Kraft aus, welche von einem bestimmten am Muskel hängenden Gewichte aufgehoben werden kann. Durch Aufhebung dieser Kraft wird die Verkürzung verhindert. Die Kraft des sich contrahirenden Muskels ist in den verschiedenen Graden der Contraction nicht gleich groß, sondern nimmt mit der Contraction ab und ist daher anfangs am größten und wird zuletzt Null. Diesen Satz hat schon Schwann[1]) durch Versuche bewiesen. Es kann daher ein Gewicht nur so weit von einem Muskel gehoben werden, bis der Muskel zu dem Grade contrahirt ist, daß seine Kraft dem Gewichte gleich geworden ist; je kleiner das Gewicht ist, um so höher wird es von ihm gehoben. Jedem Contractionsgrade eines Muskels entspricht daher ein Gewicht, das er bis dahin zu heben vermag, und welches das Maß seiner Kraft in diesem Grade der Contraction ist. Da die größte Kraft beim Beginne der Contraction vom Muskel ausgeübt wird, so ist das Maß seiner größten Kraft das Gewicht, das er durch seine Contraction gar nicht zu heben vermag, welches aber auch umgekehrt ihn nicht auszudehnen vermag. Dieses Maß der größten Kraft meint man, wenn man im Allgemeinen vom Maße der Muskelkraft spricht.

Die Größe der Muskelkraft hängt bei gegebener Anregung außer der qualitativen Beschaffenheit des Muskels nur von dessen Querschnitte ab, nicht von seiner Länge. Jeder Muskel würde, wenn er doppelt so dick wäre, auch die doppelte Kraft ausüben; die Kraft würde aber dieselbe bleiben, auch wenn er zehnfach so lang wäre. Wenn von zwei gleichen Muskelbündeln jedes 20 Gramme hebt, so müssen sie neben einander liegend vereinigt 40 Gramme heben; hinter einander liegend vereinigt hat jedes die ganze Last zu tragen; sie können daher auch zusammen nur das Maximum heben, das der einzelne zu heben vermag, wenn sie auch gleich dasselbe doppelt so hoch heben. Die Muskelkraft wird daher allgemeiner bestimmt, wenn man, statt das Maß der Kraft anzugeben, welche ein Muskel von gegebenem Querschnitte besitzt, vielmehr das Maß der Kraft daraus berechnet, welche

[1]) Müller's Physiologie 1ste Ausg. 1837. Bd. 2. S. 59.

der Muskel ausüben würde, wenn sein Querschnitt = 1, z. B. gleich einem Quadratcentimeter wäre. Das der Kraft eines gegebenen Muskels gleiche Gewicht, durch dessen Querschnitt dividirt, ist daher als Maß seiner Muskelkraft anzuwenden und kann mit dem Maße der Muskelkraft jedes andern Muskels unmittelbar verglichen werden.

Valentin [1]) hat Versuche angestellt, die Kraft der Muskeln bei Fröschen zu messen, indem er sie an einem Federdynamometer ziehen ließ, das er durch einen Faden mit einem ihrer Enden verband. Verkürzten sich nun die Muskeln, während der Frosch befestigt war, so zog der Muskel am Dynamometer und spannte es, bis dessen wachsende Federkraft der Kraft der Muskeln das Gleichgewicht hielt. Das Dynamometer zeigte dann die Größe der vom Muskel ausgeübten Kraft an, mit Ausnahme des Theiles, der durch die zur anfänglichen Spannung des Dynamometers erforderliche Verkürzung des Muskels verloren gegangen war. Um auch diese Verkürzung und den dadurch für die Messung entstehenden Kraftverlust zu beseitigen oder auf ein Minimum zu reduciren, und also zu bewirken, daß das Dynamometer gleich anfangs dem Muskel den seiner Kraft gleichen Widerstand entgegensetze, wurde das Dynamometer schon vorher nahe auf den Punkt der Spannung eingestellt, auf dem es sich später durch das Ziehen des Muskels eingestellt haben würde, in dieser Lage aber durch einen besonderen Halter arretirt, so daß der am Muskel befestigte Faden und der Muskel selbst nicht nicht mitgespannt wurde. Auf diese Weise gelangte Valentin, indem er so vorbereitete Froschmuskeln durch eine galvanische Säule in momentane Zusammenziehung versetzt hatte, zu folgenden Kraftmaßen:

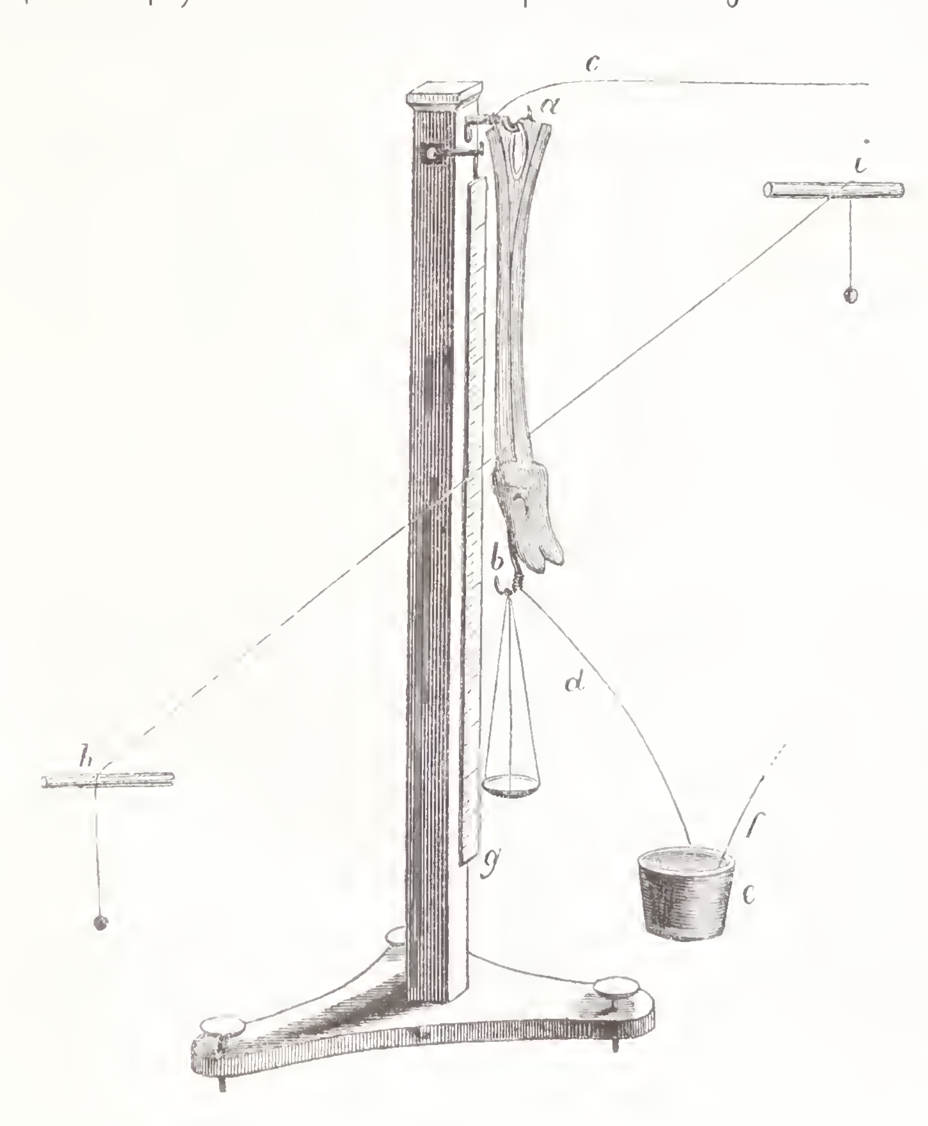
Muskeln und deren Gewicht.		Kraftmaß.
	gr	gr
Wadenmuskel	0,33	305,0
Desgleichen	0,18	255,3
Desgleichen	0,18	240,3
Desgleichen	0,56	477,7
Rectus abdom. . . .	0,186	190,7
Desgleichen	0,21	234,7
Sartorius	0,065	37,7

Es würde sich aus diesen Messungen eine nähere Bestimmung von der Größe der Muskelkraft ableiten lassen, wenn die Größe des Querschnittes für alle Muskeln beigefügt wäre, was nicht der Fall ist; denn da die Muskelkraft dem Querschnitte der Muskeln proportional ist, so würde man von der gemessenen Größe der Kraft dieser Muskeln, wenn man ihren Querschnitt kennte, auf die Kraft der Muskeln von jeglichem Querschnitte schließen und daraus eine allgemeine Bestimmung von der Größe der Muskelkraft gewinnen können. Da aber der Querschnitt derselben unbekannt ist, so gestatten sie keine solche Anwendung. Auch kann hierbei die fehlende Bestimmung des Querschnittes keineswegs durch die Bestimmung des Gewichtes

[1]) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1844. Bd. II. S. 176

vertreten werden, wenigstens wenn nicht außerdem noch die Bestimmung der Länge beigefügt wird. Valentin's Rechnung, welcher dem mangelnden Querschnitte des Muskels dessen Gewicht substituirt, liegt aber die irrige Vorstellung zum Grunde, daß die Muskelkraft dem Gewichte des Muskels proportional sei, was keineswegs stattfindet. Valentin berechnet zwar aus obigen Messungen, indem er die Muskelkraft mit dem Gewichte dividirt, diejenige Kraft, welche einem Gramme Muskel zukommt. Das Gewicht des Muskels ist aber seiner Länge ebensowohl als seinem Querschnitte proportional; die Kraft des Muskels dagegen hängt bloß von seinem Querschnitte (oder, wie Valentin selbst Seite 166 sich ausdrückt, einzig und allein von der Zahl seiner Fasern ab und steht mit der Länge in keinem Zusammenhange; denn ein Muskel von doppelter oder dreifacher Länge kann zwar dasselbe Gewicht doppelt oder dreimal so hoch heben; er kann aber unter sonst gleichen Verhältnissen bloß in Folge seiner Länge kein größeres Gewicht heben. Das Gewicht ist vielmehr dem Nutzeffecte der Muskeln proportional, von dem wir später sprechen werden, während Valentin an obigen Muskeln nicht den Nutzeffect, sondern nur die Kraft gemessen hat. Diesen Messungen der Kraft fehlt daher noch ein zu einer allgemeinen Bestimmung nothwendiges Element, nämlich die Messung des Querschnittes der Muskeln, welche die Kraft ausübten.

Um die Größe der Muskelkraft zu messen, habe ich mich einer anderen Methode bedient, weil ich es für sehr schwierig halte, bei der von Valentin angewandten Methode, den Frosch so zu befestigen, daß die Glieder desselben während des Versuches gar nicht nachgeben; geben sie aber nach, so wird sich der Muskel um ebenso viel verkürzen und ein dieser Verkürzung entsprechender Theil der Muskelkraft für die Messung verloren gehen. Da die Aufgabe ist, das Gewicht zu finden, welche der bewegenden Kraft des Muskels in der Lage das Gleichgewicht hält, wo er dieselbe Länge wie im unthätigen nicht ausgedehnten Zustande hat, so wird dieselbe auch gelös't, wenn man das Gewicht findet, welches er, wenn er ausgedehnt war, bis zu demselben Gleichgewichtspunkte hebt. Ich belastete demnach den Muskel *a b* eines Frosches, der wie oben vorberei-



tet und aufgehangen war, mit dem Gewichte, das er, nachdem er durch dasselbe ausgedehnt worden war, bei seiner Verkürzung ungefähr bis zu dem Punkte wieder hob, wo er die Länge wie im unthätigen und zugleich ungespannten Zustande hatte. Wurde das Gewicht höher gehoben, so wurde es beim nächsten Versuche so viel vergrößert, daß er es nun ungefähr um gleich viel weniger hoch hob; wurde es anfänglich nicht bis zu jenem Punkte gehoben, so wurde die Belastung beim folgenden Versuche statt vergrößert, vielmehr entsprechend verkleinert, so daß es das zweite Mal höher gehoben wurde. Man hat dann das zu findende Gewicht zwischen zwei Grenzen eingeschlossen, aus denen man es nach dem Gesetze der Proportionalität berechnen kann.

Der im folgenden Versuche gebrauchte Muskel hatte, wenn er gerade und ungedehnt auf den Tisch gelegt wurde, eine Länge von 25 Millimetern vom oberen Ende *a* bis zum Coconfaden über der Zunge gerechnet, und wog, als er nach den Versuchen abgeschnitten wurde, 0,265 Gramme.

Belastung.	Länge	
	unthätig.	thätig.
gr	*mm*	*mm*
31,2	47,6	18,0
41,2	48,2	33,0
36,2	47,9	25,5

Da sich der Muskel bei 31,2 Grammen Belastung auf 18 Millimeter, bei 41,2 Gr. aber auf 33 Mill. verkürzte, so liegt das Gewicht, bei welchem er sich auf 25 Millimeter verkürzt haben würde, zwischen beiden inne und darf als nahe mit dem Mittel aus beiden zusammenfallend betrachtet werden. Das Maß der Kraft dieses Muskels war daher 36,2 Gramme (mit Einschluß des Gewichtes der an ihm befindlichen Zunge und der Waagschale). Da die Muskelkraft dem Querschnitte des Muskels proportional ist, so muß man, um nach diesen Messungen an einem Muskel von gegebenem Querschnitte die Kraft anderer Muskeln von einem anderen Querschnitt schätzen zu können, den Querschnitt der gemessenen Muskeln kennen; berechnet man dann aus der Kraft, welche die Muskeln bei einem gegebenen Querschnitte ausübten, die Kraft, die sie proportional bei dem Querschnitte **Eins** ausgeübt haben würden, so erhält man das Maß der Kraft für die Einheit des Querschnittes oder das absolute Maß der Muskelkraft.

Den **Querschnitt** eines Muskels kann man nicht unmittelbar messen; man findet ihn aber, wenn man das Volumen des Muskels durch dessen Länge dividirt; das Volumen erhält man aus dem Gewichte des Muskels = 0,265 Gramm durch Division mit dem specifischen Gewichte der Muskelsubstanz = 1,058 [1]; es ist folglich $\frac{0,265}{1,058 \times 4,79} = 0,0253$ Quadratcentim.

[1] Das specifische Gewicht der Muskelsubstanz wurde dadurch erhalten, daß ein Stück des Musc. sartorius eines gesunden menschlichen Leichnams in freier Luft und im Wasser, nämlich in einem mit eingeriebenem Stepsel versehenen Glase gewogen wurde.
Derselbe wog in der Luft = 305,04 Grammen.
„ „ im Wasser = 17,27 „

= dem Querschnitte unseres Muskels. Dividirt man nun durch denselben das gefundene Maß seiner Kraft = 36,2 Grammen, so erhält man $\frac{36,2}{0,052} = 692,2$ Grammen, welches das Maß der Muskelkraft für ein Quadratcentimeter Querschnitt ist.

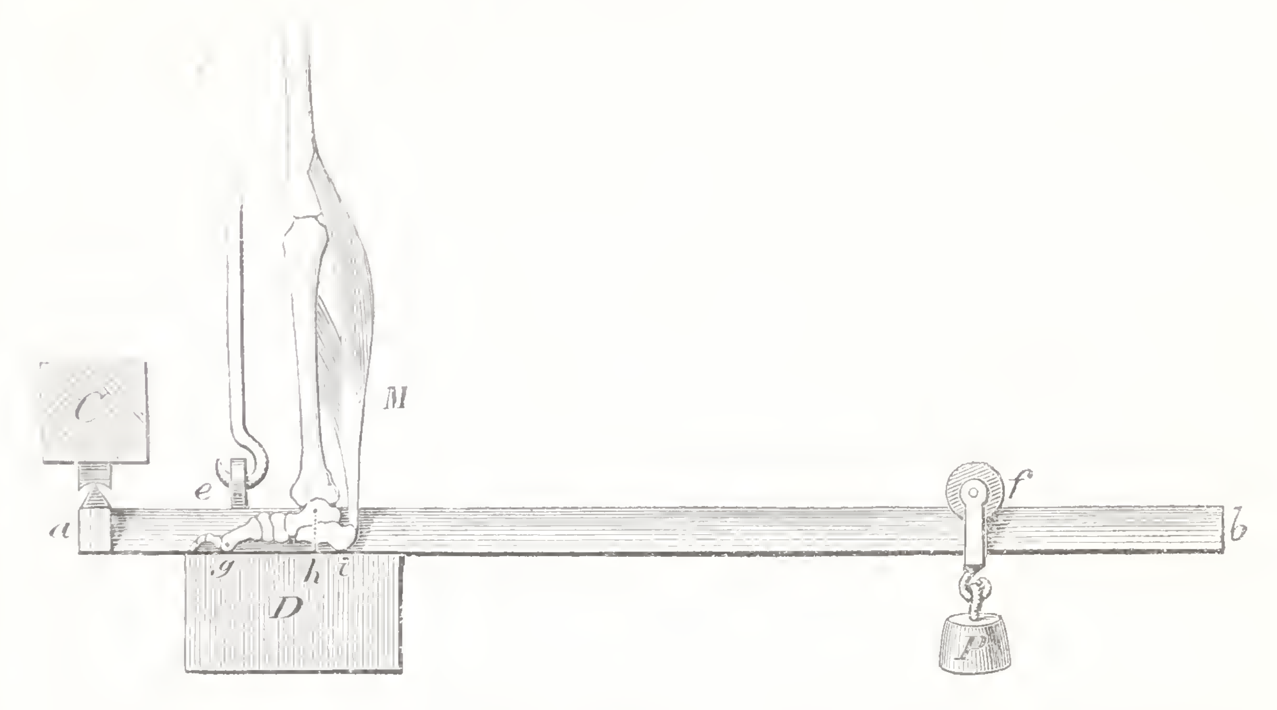
Es ist von großem Interesse, am lebenden Menschen selbst die Kraft der Muskeln zu messen, nicht allein um eine Vorstellung von den Kräften, die unseren Körper bewegen, zu erhalten, sondern auch um eine Vorstellung von der Muskelkraft zu gewinnen, wenn die Muskeln nicht durch äußere Reize, sondern durch den Willen in Bewegung gesetzt werden. Schon vor mehren Jahren habe ich solche Messungen mit möglichster Genauigkeit ausgeführt, die ich hier mittheilen will [1]. Die Wadenmuskeln sind es, die wegen ihrer äußerst einfachen auch am lebenden Menschen leicht zu bestimmenden Hebelverhältnisse sich ganz besonders für diesen Zweck eignen. Steht man mit parallelen Füßen auf dem Boden und bestrebt sich, auf die Zehen oder vielmehr auf den Ballen zu treten, so heben die an der Ferse i (s. d. folg. Fig.) ziehenden Wadenmuskeln M, die auf die Axe des Fußgelenkes h im Sprungbeine drückende Last des Körpers dadurch in die Höhe, daß sie den einarmigen Hebel des Fußes um die Axe des Zehengelenkes g im Köpfchen des ersten Mittelfußknochens als Hypomochlium drehen. Der Hebelarm, an welchem die Kraft der Muskeln wirkt, reicht daher vom Drehpunkte des Zehengelenkes bis zum Ansatzpunkte der Achillessehne an der Ferse; der Hebelarm, an welchem die Last des Körpers wirkt, dagegen vom Drehpunkte des Zehengelenkes nur bis zur Axe des Fußgelenkes im Sprungbeine. Alle drei Punkte, der Axenpunkt des Zehengelenkes, der Axenpunkt des Fußgelenkes und der Befestigungspunkt der Achillessehne an der Ferse sind sehr leicht am lebenden Körper zu finden und ziemlich genau zu bestimmen. Projicirt man alle drei Punkte senkrecht auf den horizontalen Fußboden in g, h, i, so sind die Horizontalabstände $g\ h$ und $g\ i$ die wahren Hebellängen für die Körperlast und für die Muskelkraft, so lange beide senkrecht am horizontalstehenden Fuße wirken. Die Hebellänge $g\ i$ der Muskelkraft ist daher um das Stück $h\ i$ kleiner, als die Hebellänge $g\ h$ der Körperlast. Denkt man sich nun die Last des Körpers so vergrößert, daß die Streckmuskeln die Ferse

---

Da die Temperatur 16° R. der Barometerstand 750 Mill. betrug, so war das absolute Gewicht des Muskels im leeren Raume M . . . . = 305,35 Grammen.
W bezeichne das Gewicht des Wassers, welches gleichen Raum einnahm, so war M — W . . . . = 17,27 »
Da nun M = 305,35 »
so ist W = 288,08 Grammen.
Das specifische Gewicht des gebrauchten Wassers war . = 0,99985
Dividirt man W durch dasselbe, so erhält man das Gewicht der Quantität Wasser von größter Dichtigkeit, welche gleichen Raum einnahm . . . . = 288,53 Grammen.
Hiernach war das Volumen des Muskels . . . . . . = 288,53 Cubikcentimetern.
Das Gewicht eines Cubikcentimeters der untersuchten Muskelsubstanz war also $= \frac{305,35}{288,53}$ . . . . = 1,0583 Grammen.
Das specifische Gewicht der Muskelsubstanz ist hiernach = 1,0583
Krause giebt dasselbe = 1,0555, Valentin = 1,064 an.

[1]) Die hier nachfolgenden Versuche sind von mir schon im Jahre 1840 in Vereinigung mit Hrn. Dr. Hülse (jetzt Director der Gewerbschule in Chemnitz) und meinem Bruder Ernst Heinrich ausgeführt worden.

eben noch vom Boden zu lösen vermögen, es aber nicht können, wenn die Last noch um ein Kleines vermehrt wird, so hält das Moment [1]) der Last dem Momente der Muskelkraft das Gleichgewicht. Da aber der Hebel der Last kleiner als der der Muskelkraft ist, so ist die Last selber größer als die Muskelkraft; will man daher das Gewicht finden, welches der Muskelkraft das Gleichgewicht hält, so muß man das Moment der Last auf den Hebel der Kraft reduciren, d. h. durch letzteren dividiren; dieses Gewicht nun ist auf folgende Weise gefunden worden:



Der Waagbalken *a b* habe am Ende *a* seinen Drehpunkt, indem das an ihm befestigte Prisma aufwärts in eine Pfanne eingreift. Bei *c* sei derselbe durch eine Unterlage *D* unterstützt, oberhalb aber mit einer Oese versehen, an welcher er durch einen Haken aufwärts gezogen und von der Unterlage entfernt werden kann. $P = 52{,}87$ Kil. sei ein Laufgewicht, das die in *c* wirkende Zugkraft äquilibriren soll. Tritt nun ein Mensch auf die Unterlage *d*, so daß der Waagbalken zwischen beiden parallelen Füßen zu liegen kommt und die Oese *c* gerade zwischen beide Ballen derselben fällt, und sucht dann mittelst eines Hakens, der an einem Gurte um die Hüften befestigt ist, den Waagbalken *a b* in *c* bei völlig gestreckten Knieen mit aller Kraft, aber nur durch Streckung des Fußgelenkes zu heben, so kann ein zweiter Beobachter diese Zugkraft durch Bewegung des Laufgewichts *P* äquilibriren, bis ersterer die Fersen zugleich mit dem Waagbalken nur eben noch von der Unterlage zu lösen, aber nicht höher zu heben vermag, und eine geringe Vermehrung der Last jede Hebung völlig unmöglich macht. Die in *c* wirkende Zugkraft ist das am Hebel $a\,f = 1929$ Millimetern wirkende Gewicht *P* auf den Hebel $a\,c = 306{,}5$ Millim. reducirt $\frac{a\,f}{a\,c}\,P = 332{,}11$ Kil. nebst dem Gewichte des Waagbalkens auf den Hebel *a c* reducirt $= 35{,}82$ Kil. Addirt man hierzu noch das Gewicht der Person, Kleider u. s. w. $= 63{,}73$ Kil., so erhält man die Gesammtlast, welche auf das Fußgelenk *h* drückt, und den an der Ferse *f* ziehenden Muskeln das Gleichgewicht hielt $= 430{,}66$ Kil. Wird dieses Gesammtgewicht noch mit

[1]) Die Last oder die Größe der Kraft mit der Länge des Hebels, an dem es wirkt, multiplicirt, heißt das Moment der Last oder der Kraft.

der Hebellänge $g\ h$ = 129 Millim. multiplicirt und mit der Hebellänge $g\ i$ = 172 Millim. dividirt, so erhält man die Kraft, welche von den Wadenmuskeln beider Seiten äquilibrirt wurde = 322,99 Kilogrammen.

Dieser Versuch ist von drei Personen A, B, C ausgeführt worden; das zur Erläuterung beigefügte Beispiel bezog sich auf die erste A. Das Kraftmaß der Wadenmuskeln beider Seiten zusammen, oder das von ihnen gehobene Gewicht, auf den Hebelarm dieser Muskeln selbst reducirt, ergab sich für diese drei Personen wie folgt:

für A = 322,99 Kilogrammen
für B = 221,70 »
für C = 214,69 »

Das Kraftmaß der Wadenmuskeln einer Seite war demnach, wenn man diese Gewichte mit 2 dividirt

für A = 166,5 Kilogrammen
für B = 110,4 »
für C = 107,3 »

Mittel 128,4 Kilogramm.

Diese Gewichte, durch den Querschnitt aller Wadenmuskeln einer Seite dividirt, würden das absolute, auf die Einheit des Querschnittes reducirte Maß der Muskelkraft geben. Da man aber den Querschnitt der Muskeln an lebenden Menschen nicht bestimmen kann, so habe ich, um wenigstens ein genähertes Resultat zu erhalten, den Querschnitt derselben Muskeln an mehren Leichnamen gemessen, und mit dem Mittel aus diesen Messungen das Mittel aus den Kraftmessungen dividirt. Ich habe an zwei gesunden und kräftigen Selbstmördern einestheils die Länge der Muskelfasern der Wadenmuskeln, nämlich des Musc. Gastrocnemius, Plantaris und Soleus bei jedem Einzelnen an zahlreichen Stellen und mit größter Sorgfalt gemessen, anderentheils das Gewicht der Muskelsubstanz derselben auf beiden Seiten des Körpers gewogen. Das Mittel aus jenen Längenmessungen giebt die mittlere Länge, das Mittel aus diesen Gewichtsbestimmungen das mittlere Gewicht dieser Muskeln; aus beiden Größen zusammen kann man, wie oben gezeigt worden ist, die Größe des Querschnittes derselben berechnen. Dividirt man nämlich das in Grammen bestimmte Gewicht jedes Muskels durch das specifische Gewicht der Muskelsubstanz (= 1,058), so erhält man das Volumen desselben in Cubikcentimetern. Dieses Volumen aber, durch die Länge des Muskels in Centimetern dividirt, giebt den Querschnitt des Muskels in Quadratcentimetern. Die folgenden zwei Tafeln enthalten 1) die mittleren Längen der Muskelfasern der genannten Muskeln am einen und anderen Leichname; 2) das Gewicht dieser Muskeln im Mittel von rechts und links; 3) den aus beiden Größen berechneten Querschnitt derselben Muskeln.

I.				II.			
Name des Muskels.	Länge in Centimetern.	Gewicht in Grammen.	Querschnitt in Quadratcentimetern.	Name des Muskels.	Länge in Centimetern.	Gewicht in Grammen.	Querschnitt in Quadratcentimetern.
Gastrocnemius	5,45	330,2	57,25	Gastrocnemius	5,8	376,6	61,36
Plantaris . . .	6,77	10,1	1,41	Plantaris . .	war nicht vorhanden.		
Soleus	3,76	333,2	83,78	Soleus	3,8	412,2	102,50
			142,44				163,86

Die Summe der Querschnitte aller drei Wadenmuskeln ist demnach

beim Leichnam I = 142,44 Quadratcentimetern.
beim Leichnam II = 163,86 »

folglich von beiden im Mittel 153,15 Quadratcentimeter.

Legt man nun diesen an Leichnamen gefundenen Querschnitt der Wadenmuskeln den obigen Kraftmessungen zu Grunde, und dividirt durch denselben die erhaltenen Kraftwerthe, so erhält man

$$\text{für A } \frac{166,5}{153,2} = 1,087 \text{ Kilogrammen}$$

$$\text{für B } \frac{110,4}{153,2} = 0,720 \quad »$$

$$\text{für C } \frac{107,3}{153,2} = 0,701 \quad »$$

als absolutes Maß der Muskelkraft, welches also die Kraft bezeichnet, welche die Muskeln des Menschen pro Quadratcentimeter ihres Querschnittes ausübten. Diese Angaben sind jedenfalls eher zu klein als zu groß, da die Messung des Querschnittes an Leichnamen ausgesucht musculöser Selbstmörder gemacht, die Kraftmessungen aber sämmtlich von Personen ausgeführt worden sind, die dem gelehrten Stande angehören, so daß keine ungewöhnliche Ausbildung der Muskeln bei ihnen anzunehmen ist. Jedenfalls kann daher das erste für A erhaltene Maß der Muskelkraft = 1,087 Kilogrammen, als der Wahrheit am nächsten kommend, betrachtet werden. Es ergiebt sich hieraus, daß die Kraft der Muskeln lebender Menschen, wenn sie durch den Willen in Thätigkeit gesetzt werden, größer sei, als die von Froschmuskeln (=0,692 Kil.), die, aus dem lebenden Thiere herausgeschnitten, durch den heftigen Reiz des Rotationsapparates in Thätigkeit gesetzt werden. Beiderlei Messungen sind zwar unter verschiedenen Verhältnissen angestellt, um eine genauere Vergleichung zu gestatten; indessen scheinen sich jene Verhältnisse einigermaßen zu compensiren, indem die Froschmuskeln, weil sie vom lebenden Körper getrennt waren, zwar einestheils unter ungünstigeren Verhältnissen wirkten, anderentheils aber durch ein Reizmittel in Thätigkeit gesetzt wurden, welches die Muskeln in viel heftigere Contraction versetzt, als es wohl der Wille im Stande ist, der bei den menschlichen Muskeln wirkte. Es scheint demnach bei Menschen und Säugethieren die Muskelkraft etwas größer zu sein, als bei Fröschen und Amphibien. Entsprechende Versuche, wie die mit Froschmuskeln angestellten, mit Muskeln von Säugethieren anzustellen, ist wegen der kurzen Dauer ihrer Lebenseigenschaften nicht möglich.

Vom Nutzeffecte der sich verkürzenden Muskeln.

Die Verkürzung der Muskeln geschieht mit einer gewissen Kraft und es giebt diese Kraft den Grenzwerth für das Gewicht, welches zu einer der Verkürzung des Muskels gleichen Höhe gehoben werden kann. Einem solchen in die Höhe gehobenen Gewichte schreibt man in Beziehung auf diese Erhebung einen Nutzeffect zu, durch dessen Aufopferung man, wenn man das Gewicht wieder herabfallen läßt, eine dem Nutzeffecte äquivalente lebendige Kraft gewinnen kann, die sich auf andere Körper durch Maschinen übertragen und dadurch zur Hervorbringung einer bezweckten Bewegung dieser Körper benutzen läßt. Man kann daher auch dem Muskel selbst in Beziehung auf eine bestimmte ihm zukommende Contraction einen Nutzeffect zuschreiben. Die Größe des Nutzeffectes findet man, wenn man das der Kraft gleiche Gewicht mit der der Verkürzung gleichen Hubhöhe multi-

plicirt. Nun ist aber die Kraft eines Muskels oder das Gewicht, welches er heben kann, beim Beginne der Contraction größer und wird immer kleiner, je mehr der Muskel sich dem Ende seiner Contraction nähert. In der Wirklichkeit ist es nun nicht möglich, die Größe des Gewichtes in jedem Augenblicke jener veränderlichen Muskelkraft anzupassen, vielmehr muß das Gewicht, während der ganzen Hebung unverändert bleiben, und darf nicht größer sein, als der geringste Werth, welchen die Muskelkraft am Ende der Contraction besitzt. Es folgt daraus, daß der wirkliche durch Versuche ermittelte einer bestimmten Contraction des Muskels entsprechende Nutzeffect dem möglichen Nutzeffecte niemals gleich sein kann, sondern kleiner sein müsse, und daß die Differenz des wirklichen und möglichen Nutzeffectes mit der Größe der Contraction, der sie entsprechen, zunehmen müssen. Während der mögliche Nutzeffect mit der Größe der Contraction, der er entspricht, immer wachsen muß, muß dagegen der wirkliche meßbare Nutzeffect für irgend eine bestimmte mittlere Contraction am größten, für jede andere, sowohl kleinere, als auch größere Contraction geringer sein und Null werden, sowohl für die kleinste als auch für die größte Contraction, d. h. wenn die Belastung gleich der anfänglichen Kraft des Muskels, und wenn gleich Null ist. Zur Vermeidung von Mißverständniß muß hier ausdrücklich bemerkt werden, daß im Folgenden nirgends von dem möglichen, sondern stets nur von dem wirklichen Nutzeffecte gehandelt wird, weil dieser allein unmittelbar meßbar ist.

Der so eben hinsichtlich der Wandelbarkeit des meßbaren Nutzeffectes der Muskeln ausgesprochene Satz ergiebt sich sogleich empirisch aus den obigen Messungsversuchen. Da z. B. der Muskel H (siehe Seite 81) sich zur Zeit des Versuches Nr. 4. bei einer Belastung von 5 Gr., 15 Gr., 25 Gr., 35 Gr. um 27,6 Mill., 25,1 Mill., 11,45 Mill., 6,3 Mill. verkürzte, so erhalten wir für jede Belastung einen andern Effect des Muskels, nämlich für die Belastung von 5, 15, 25, 35 Grammen die entsprechenden Effecte von 138, 376, 286, 220.

Die Größe des Effectes der Muskelthätigkeit nimmt, wie man sieht, anfangs mit Vergrößerung der Belastung zu, erreicht ein Maximum, und nimmt dann bei noch größerer Belastung wieder ab. Hieraus ergiebt sich die merkwürdige Thatsache, daß ein Muskel das Maximum seiner Leistung nur bei einer bestimmten Größe der Belastung ausübt; muthet man ihm eine größere Last zu, so leistet er weniger, und dasselbe findet auch bei einer geringeren Last Statt.

Da nun das Gewicht, welches ein Muskel heben kann, der Zahl seiner Fasern oder seinem Querschnitte, die Höhe, zu der er es heben kann, der Länge seiner Fasern proportional ist, so erhält man von dem mechanischen Effecte des Muskels, der durch das Product des gehobenen Gewichtes in die Hubhöhe gemessen wird, in Beziehung zu den räumlichen Dimensionen des Muskels eine deutliche Vorstellung, wenn man dieses Maß des Effectes so bestimmt, wie es erhalten worden sein würde, wenn der Querschnitt und die Länge des Muskels gleich Eins, z. B. ersterer = 1 Quadratcentimeter, die letztere = 1 Centimeter gewesen wäre. Man erreicht diesen Zweck, wenn man die Verkürzung eines gegebenen Muskelbündels, d. i. die Höhe, zu welcher er das Gewicht hebt, durch dessen Länge, das vom Muskel gehobene Gewicht, d. i. seine Belastung, durch dessen Querschnitt dividirt. Nennen wir also λ die beobachtete Verkürzung des Muskels, L seine Länge, p die jedesmalige Belastung des Muskels und S seinen Querschnitt, so giebt der aus den beobachteten Werthen von λ, L, p, S berechnete Werth des Products

$\frac{\lambda}{L} \cdot \frac{p}{S} = E$ eine deutliche Vorstellung von der Größe des mechanischen Effectes des Muskels nach Proportion seiner Größe.

Das specifische Gewicht der Muskelsubstanz ist = 1,058. Nennen wir nun das Gewicht des Muskels P, so ist das Volumen des Muskels

$$\frac{P}{1,058} = V$$

Das Volumen V dividirt durch die Länge L giebt sodann den Querschnitt S,

$$\frac{V}{L} = S$$

substituirt man endlich diesen Werth von S in obige Gleichung $\frac{\lambda}{L} \cdot \frac{p}{S} = E$, so erhält man

$$\frac{L}{V} p \cdot \frac{\lambda}{L} = \frac{p}{V} \lambda = E.$$

Substituirt man den Größen P, L, p, λ die in den Messungen am Muskel C dafür gefundenen Werthe (siehe Seite 80), so erhält man, da das Gewicht des Muskels P = 0,15 Grammen und also sein Volumen

$$V = \frac{0,15}{1,058} = 0,1418 \text{ Cubikcentimeter}$$

ist, den beistehenden wechselnden Werthen von p, L, λ entsprechend die Belastungen für den Querschnitt des Muskels gleich 1 Quadratcentimeter berechnet $= \frac{L}{V} p$ und die zugehörigen Verkürzungen für die Länge des Muskels gleich 1 Centimeter berechnet $= \frac{\lambda}{L}$, wie folgt:

p	L	λ	$\frac{L}{V}$ p	$\frac{\lambda}{L}$
gr	cent.	cent.	gr	
5	4,220	2,545	1488	0,6031
10	4,325	2,480	3050	0,5735
15	4,415	2,395	4670	0,5425
20	4,490	2,280	6333	0,5077
25	4,560	2,135	8039	0,4682
30	4,590	1,870	9710	0,4074

Hiernach hebt also ein Muskel von gleicher Qualität, wie der Muskel C, bei einem Querschnitte von 1 Quadratcentimeter die Belastungen von

1488, 3050, 4607, 6333, 8039, 9710 Grammen

um 60, 57, 54, 51, 47, 41 Proc. seiner Länge

in die Höhe. Es ist aber zu bemerken, daß diese Zahlen für den Zustand des Muskels im 8ten Contractionsversuche, also nicht für den ganz unermüdeten Zustand des Muskels gültig sind. In letzterem würden die Gewichte noch höher gehoben worden sein: denn während derselbe Muskel sich im 1sten Versuch (s. S. 75) bei 15 Gr. Belastung um 28,0 Mill. verkürzte, verkürzte er sich im 5ten Versuche nur um 26 Mill. und im 11ten Versuche nur um 21 Mill.

Wir wollen jetzt die mechanischen Effecte mehrer Muskeln unter einander vergleichen. Um sie aber mit einander vergleichbar zu machen, müssen die gehobenen Gewichte und die Höhen, um welche dieselben gehoben wurden, d. h. die Verkürzungen, welche verschiedenen Dimensionen der Muskeln entsprechen, gleichen Dimensionen der Muskeln proportional gemacht werden, indem man die Belastungsgewichte durch den Querschnitt, die entsprechenden Verkürzungen durch die Länge des jedesmaligen Muskels dividirt, so wie es eben am Muskel C gezeigt worden ist. Dies ist nun mit den Messungen im ersten Gliede aller Versuchsreihen Seite 79 bis 81 geschehen und die so vergleichbar gemachten Messungen nach der Größe der Belastungen geordnet, in folgende Reihe zusammengestellt worden. Die in der 1sten Columne verzeichneten Muskeln würden demnach, wenn sie sämmtlich 1 Quadratcentimeter dick und 1 Centimeter lang gewesen wären, anfangs, wo sie am wenigsten unermüdet waren, die Gewichte in der 2ten Columne um die Theile ihrer Länge in der 3ten Columne gehoben haben.

Bezeichnung des Muskels.	Belastung in Grammen.	Verkürzung in Theilen der Länge.	Bezeichnung des Muskels.	Belastung in Grammen.	Verkürzung in Theilen der Länge.
B.	63	0,724	E.	350	0,624
H.	80	0,681	G.	380	0,420
A.	94	0,817	I.	425	0,335
F.	107	0,690	C.	456	0,626
K.	110	0,646	H.	469	0,242
G.	120	0,767	K.	471	0,350
M.	125	0,844	F.	590	0,218
D.	131	0,674	G.	649	0,097
B.	132	0,697	I.	652	0,148
L.	136	0,707	H.	669	0,131
C.	147	0,651	L.	736	0,118
E.	184	0,772	K.	846	0,114
A.	188	0,763	M.	852	0,068
I.	206	0,665	D.	894	0,174
B.	210	0,645	D.	1052	0,141
H.	271	0,551	L.	1373	0,050
D.	278	0,652	E.	1522	0,021
C.	299	0,636	M.	1614	0,032
F.	346	0,430	E.	1792	0,019

Man ersieht hieraus, daß bei verschiedenen Muskeln bei dem Querschnitte proportionaler Belastungen keine der Länge proportionalen Verkürzungen stattgefunden haben, daß folglich die Fähigkeit, Lasten zu heben, bei verschiede-

nen Muskeln verschieden ist. Vergleicht man ferner zwei verschiedene Muskeln in Beziehung auf ihre Fähigkeit, Lasten zu heben, bei mehren dem Querschnitte proportionalen Belastungen, so ergiebt sich das merkwürdige Resultat, daß der eine Muskel den zweiten bei geringer Belastung übertreffen kann, während er bei größerer Belastung von ihm übertroffen wird, d. h. daß der erste Muskel kleine Lasten, der zweite dagegen große Lasten verhältnißmäßig am höchsten zu heben vermag. Folgende aus der vorhergehenden Tabelle entnommenen Beispiele der Muskeln C und I, F und G, D und M sind besonders geeignet zur Bestätigung des Gesagten zu dienen.

Belastung in Grammen.	Verkürzung in Procenten der Länge des Muskels C.	Verkürzung in Procenten der Länge des Muskels I.	Belastung in Grammen.	Verkürzung in Procenten der Länge des Muskels F.	Verkürzung in Procenten der Länge des Muskels G.	Belastung in Grammen.	Verkürzung in Procenten der Länge des Muskels D.	Verkürzung in Procenten der Länge des Muskels M.
147	65		107	69		125		84
206		66	120		77	131	67	
425		33	346	43		852		7
456	63		380		42	894	17	
			590	21				
			647		10			

Die Muskeln I, G, M haben, wie man sieht, kleinere Lasten höher gehoben, als die Muskeln C, F, D; umgekehrt aber haben diese größere Lasten höher gehoben, als die Muskeln I, G, M. Die Weite der Contraction, welche mehr bei geringeren Belastungen in Betracht kommt, ist daher bei den Muskeln C, F, D größer, die Kraft dagegen, mit welcher die Contraction geschieht, welche mehr bei größerer Belastung in Betracht kommt, ist bei den Muskeln I, G, M größer. Es steht also die Kraft, mit welcher ein Muskel sich zu verkürzen strebt, mit der Länge, um die er sich zu verkürzen strebt, bei verschiedenen Muskeln nicht in gleichem Verhältnisse, und man muß daher beide Eigenschaften der Muskeln wohl unterscheiden.

Um obige Reihe noch zu benutzen eine Vorstellung davon zu erhalten, welchen Nutzeffect Froschmuskeln durchschnittlich, d. h. wenn sie beide Eigenschaften in mittlerem Maße besitzen, ausüben, kann man mehre auf einander folgende Messungen der Reihe, z. B. immer je drei zu einem Mittel vereinigen, wodurch man folgende Reihe erhält. Da die Unterschiede, welche durch die Verschiedenheit der Natur der einzelnen Muskeln bedingt sind, in derselben zum Theil sich ausgeglichen und compensirt haben, so erscheinen jetzt bei den dem Querschnitte proportionalen Belastungen die Verkürzungen der verschiedenen Muskeln den Längen derselben ziemlich proportional. Multiplicirt man nun die Belastungsgewichte in der 1sten Col. mit den entsprechenden Verkürzungen in der 2ten Col., so erhält man die Nutzeffecte in der 3ten Col., welche also Froschmuskeln entsprechen, welche das Vermögen, sich zu verkürzen, und das Vermögen, durch ihre Verkürzung Lasten zu heben, in mittlerem Maße besitzen.

Belastung für den Querschnitt von 1 Cubikcentim., berechnet in Grammen.	Verkürzung in Theilen der Länge des Muskels.	Nutzeffect.
79	0,741	59
112	0,701	79
129	0,738	95
155	0,710	110
201	0,691	139
283	0,613	173
359	0,491	176
450	0,401	180
502	0,222	126
685	0,132	91
864	0,118	102
1316	0,070	93
1671	0,025	43

Hiernach heben Froschmuskeln in noch ziemlich unermüdetem Zustande durchschnittlich auf 1 Quadratcentimeter ihres Querschnittes die in der 1sten Columne verzeichneten Grammengewichte, um den in der 2ten Columne jedesmal daneben stehenden Theil ihrer Länge. Je größer die Last ist, desto kleiner wird die Hubhöhe oder die Verkürzung der Muskeln. Aber die Abnahme der letzteren hält, wie man sieht, mit der Zunahme der ersteren nicht gleichen Schritt. Bis zu einer gewissen Grenze vermindert sich die Verkürzung in geringerem Verhältnisse, als die Belastung vermehrt wird, so daß das Product aus der Belastung in die Verkürzung oder der Nutzeffect (in der 3ten Columne) bei Vergrößerung der Last immer größer wird; jenseit dieser Grenze vermindert sich die Verkürzung in größerem Maße, als die Belastung vermehrt wird, so daß das Product aus beiden oder der Nutzeffect, bei weiterer Vergrößerung der Last wieder abnimmt. Der Nutzeffect, den die Muskeln ausüben, erreicht daher bei einer gewissen Belastung ein Maximum, welches bei Froschmuskeln von mittlerer Beschaffenheit eintritt, wenn man sie ungefähr mit 450 Grammen auf den Cubikcentimeter ihres Querschnittes belastet, wo sie sich nahe um die Hälfte ihrer Länge verkürzen.

Untersuchen wir nun, wie der Nutzeffect, den die Muskeln im unermüdeten Zustande zu erzeugen vermögen, durch die Ermüdung abgeändert werde, so wissen wir bereits, daß, da die Fähigkeit, sich zu verkürzen, mehr und mehr abnimmt und endlich ganz verschwindet, dasselbe auch mit dem Nutzeffecte, der dadurch erzeugt werden soll, der Fall sein müsse; aber höchst merkwürdig ist es, daß die beiden Fähigkeiten der Muskeln, die sich zu verkürzen und die Lasten zu heben, nicht gleichmäßig durch die Ermüdung sich ändern, sondern daß erstere viel langsamer als letztere abnimmt, und daß daher ermüdete Muskeln sich im Vergleiche zu ihrem frischen Zustande bei größerer Belastung unverhältnißmäßig wenig verkürzen, während sie es noch sehr beträchtlich bei geringerer Belastung thun. Dieses mit der Ermüdung zunehmende Mißverhältniß der Verkürzungen bei verschiedener Belastung giebt

sich in den obigen Messungsreihen (S. 79 bis 81) dadurch zu erkennen, daß, wenn der Muskel sich anfangs bei leichterer und schwererer Belastung ziemlich um dieselbe Größe verkürzte, die Verkürzungsgrößen bei zunehmender Ermüdung in den folgenden Gliedern der Reihe immer mehr von einander differiren, ungeachtet die Belastungsgewichte dieselben bleiben. Besonders deutlich fällt diese wachsende Differenz in die Augen, wenn man die Verkürzungen bei den größeren Belastungen in Theilen der Verkürzung bei der kleinsten Belastung ausdrückt, d. h. durch dieselbe dividirt, was beispielshalber hier mit den Verkürzungen des Muskels B ausgeführt ist:

5gr		10gr		15gr						
25,7	:	25,95	:	25,5	=	100	:	101	:	99
24,5	:	24,65	:	24,2	=	100	:	101	:	99
23,3	:	23,25	:	22,45	=	100	:	100	:	96
22,1	:	21,55	:	20,7	=	100	:	98	:	94
20,9	:	20,05	:	19,25	=	100	:	96	:	92
19,2	:	18,55	:	17,8	=	100	:	97	:	93
17,5	:	16,8	:	15,7	=	100	:	96	:	90
15,9	:	14,6	:	13,6	=	100	:	92	:	86
14,3	:	12,9	:	11,5	=	100	:	90	:	80
12,4	:	10,25	:	9,4	=	100	:	83	:	76
10,5	:	7,8	:	7,25	=	100	:	74	:	69
9,2	:	6,3	:	5,1	=	100	:	68	:	55
7,9	:	5,25	:	3,95	=	100	:	66	:	50
7,2	:	4,2	:	2,8	=	100	:	58	:	39
6,5	:	3,1	:	2,2	=	100	:	48	:	34
5,75	:	2,55	:	1,6	=	100	:	44	:	28
5,0	:	1,9	:	1,3	=	100	:	38	:	26
4,0	:	1,65	:	1,0	=	100	:	41	:	25
3,0	:	1,25	:	0,75	=	100	:	42	:	25
2,9	:	1,0	:	0,5	=	100	:	34	:	17

Während die Verkürzungen des Muskels am Anfange der Reihe bei allen drei Belastungsgrößen sich gleich sind, ändert sich dieses Verhältniß durch die fortschreitende Ermüdung allmälig so ab, daß am Ende der Reihe die Verkürzungen bei 10 Grammen Belastung nur 34 Procent, die Verkürzung bei 15 Grammen Belastung sogar nur 17 Procent der Verkürzung bei 5 Grammen Belastung beträgt. Man überzeugt sich sehr leicht, daß auch bei den Messungsreihen aller übrigen Muskeln ganz ähnliche Verhältnisse stattfinden. Es ändern sich folglich bei der Ermüdung die Längen, um welche der Muskel bei verschiedenen Widerständen sich verkürzt, auch wenn die Größen dieser Widerstände dieselben bleiben, in sehr verschiedenem Maße, nämlich bei größerem Widerstande mehr, als bei geringerem Widerstande, woraus folgt, daß die Kraft, mit welcher die Contraction geschieht, sich ändern, nämlich kleiner werden muß. Man übersieht in vorstehender Reihe sehr leicht, daß, wenn das Verhältniß der Verkürzungen bei den höheren Belastungen zur Verkürzung bei 5 Gr. Belastung weiter so fortwächst, die ersteren = 0 und selbst negativ werden müssen, oder daß es dahin kommen muß, daß der Muskel, der sich bei 5 Gr. verkürzt, bei höherer Belastung sich nicht allein während des Actes seiner Thätigkeit nicht mehr verkürzt, sondern sogar verlängert. Es ist eine äußerst interessante Thatsache, daß wirklich eine solche Verlängerung statt der Verkürzung während der Thätigkeit des belasteten Muskels eintritt, wenn man unter günstigen Verhältnissen die Beobachtungsreihe weiter fortsetzt. Der Muskel D (Seite 80) z. B.

hörte, nachdem die Versuche längere Zeit fortgesetzt worden waren und während er bei der Belastung von 5 Gr. sich noch beträchtlich zu verkürzen fortfuhr, bei der Belastung von 30 Gr. und 35 Gr. ganz auf, sich zu verkürzen, und fing vielmehr bei noch weiterer Fortsetzung der Versuche statt dessen an, sich während der Einwirkung des Stromes zu verlängern, und verkürzte sich umgekehrt allemal, während keine Reizung stattfand. Zur Verdeutlichung dieser merkwürdigen Thatsache will ich die Beobachtungsreihe dieses Muskels hier in gleicher Form, wie die vorhergehende, herstellen, so daß also die Verkürzungen bei 5 Gr. Belastung allemal = 100 gesetzt, die Verkürzungen bei den höheren Belastungen in Procenten derselben ausgedrückt sind.

5gr	10gr	30gr	35gr					
30,0	30,85	8,80	7,2	=	100	103	29	24
30,75	28,25	2,65	1,7	=	100	92	9	6
31,5	25,05	2,45	1,55	=	100	80	8	5
29,65	21,1	2,2	1,4	=	100	71	7	5
27,8	16,6	1,3	1,15	=	100	60	5	4
25,05	13,3	0,9	0,9	=	100	53	4	4
22,3	8,8	0,65	-0,35	=	100	40	3	-2
17,65	6,0	0,15	-0,5	=	100	34	1	-3
13,0	3,45	-0,2	-0,35	=	100	27	- 2	-3
9,05	2,55	-0,45	-0,5	=	100	28	- 5	-6
5,1	1,25	-0,55	-0,45	=	100	25	-11	-9
4,4	0,9	-0,5	-0,4	=	100	21	-11	-9
3,7	0,65	-0,55	-0,3	=	100	18	-15	-8
3,2	0,75	-0,5	-0,2	=	100	23	-16	-6
2,7	0,75	-0,55	-0,2	=	100	28	-20	-7
2,65	0,5	-0,45	-0,2	=	100	19	-17	-8

In dieser Reihe nimmt das Verhältniß der Verkürzungen bei den höheren Belastungen (von 30 Gr. u. 35 Gr.) zur Verkürzung bei 5 Gr. Belastung auf ähnliche Weise mit der Ermüdung zu, wie in der vorhergehenden Reihe, nur daß sie so weit fortgesetzt ist, daß die Verkürzungen bei den Belastungen von 30 Gr. und 35 Gr. nicht nur = 0, sondern sogar negativ geworden sind, so daß der Muskel, während er sich bei 5 Gr. Belastung noch um 22,3 und 17,65 Millimeter verkürzte, schon anfing sich bei 35 Gr. und 30 Gr. Belastung regelmäßig während des Actes der Thätigkeit zu verlängern. Diese Verlängerung nahm anfangs mit der wachsenden Ermüdung noch zu und erst später mit dem allmählig eintretenden Tode des Muskels wieder ab. Dieselbe merkwürdige Erscheinung, daß ein Muskel bei größerer Belastung während der Thätigkeit, statt sich zu verkürzen, verlängert wird, wurde in gleicher Vollkommenheit auch bei dem Muskel K (siehe Seite 81) beobachtet.

Berechnet man nun die Nutzeffecte selbst, welche ein Muskel successiv auf verschiedenen Ermüdungsstufen bei kleineren und größeren Belastungen hervorbrachte, z. B. beim Muskel C (Seite 80), indem man dessen Verkürzungen mit den Belastungsgewichten, bei denen sie stattfanden, also mit den respectiven Gewichten von 5 Gr., 10 Gr., 15 Gr., 20 Gr., 25 Gr., 30 Gr. multiplicirt, so erhält man folgende, jenen Verkürzungen entsprechende Werthe des Nutzeffectes:

Nr.	5gr	10gr	15gr	20gr	25gr	30gr
3.	135,5	270,0	405,0			
8.	127,3	248,0	359,0	456,0	533,7	561,0
13.	119,0	225,0	310,5	358,0	377,5	388,5
18.	111,7	197,5	235,5	247,0	230,0	216,0
23.	104,5	178,5	180,0	175,0	160,0	166,5
28.	101,5	148,5	142,5	134,0	121,2	117,0
33.	98,5	122,5	108,8	101,0	88,8	87,0
38.	94,0	103,5	90,0	81,0	62,5	57,0
43.	89,5	84,0	69,8	62,0	52,5	48,0
48.	86,2	74,5	60,7	38,0	42,5	39,0

Die unter einander stehenden successiv bei jeder Belastung erhaltenen Werthe des Nutzeffectes werden wegen der zunehmenden Ermüdung des Muskels immer kleiner und kleiner; die neben einander stehenden bei gleicher Ermüdung, aber bei verschiedener Belastung des Muskels erhaltenen Nutzeffecte nehmen anfangs mit der Größe der Belastung zu, erreichen ein Maximum und nehmen dann bei noch größerer Belastung wieder ab. Vergleicht man nun die Stelle des Maximum (welches allemal unterstrichen ist) in den auf einander folgenden Gliedern der Reihe, so bemerkt man, daß die Belastung, bei der es jedesmal eintrat, um so kleiner ist, je mehr die Ermüdung des Muskels zugenommen hatte, so daß es, während es im ersten Gliede erst bei der Belastung von 30 Grammen eintrat, successiv so gerückt hat, daß es in den zwei letzten Gliedern auf die Belastung von 5 Grammen fällt. Hieraus folgt, daß Muskeln, wenn sie ermüdet sind, bei leichterer Arbeit unverhältnißmäßig mehr zu leisten im Stande sind, als wenn sie zu schwerer Arbeit verwandt werden, was, wie es scheint, auch die Erfahrung im Leben bestätigt. Zu einem gleichen Resultate waren wir aber oben schon hinsichtlich ursprünglich schwächerer und kräftigerer Muskeln gekommen, die sich daher in dieser Hinsicht ebenso zu einander verhalten, wie Muskeln im unermüdeten und ermüdeten Zustande.

Die Kraft und der Nutzeffect sowohl, den verschiedene Muskeln auszuüben vermögen, als auch den jeder einzelne Muskel zu verschiedenen Zeiten auszuüben vermag, steht, wie wir so eben thatsächlich nachgewiesen haben, in keinem proportionalen Verhältnisse zur Größe ihrer Contraction. Es folgt daraus nothwendig, daß zur Erklärung der Erscheinungen der Muskelthätigkeit außer der Größe der Contraction der Muskeln noch andere Verhältnisse derselben in Betracht kommen, von denen die Wirksamkeit der Muskeln abhängt und die nicht nur bei verschiedenen Muskeln verschieden sind, sondern sich auch bei demselben Muskel während kurzer Zeiträume beträchtlich abändern. Die Kraft der Muskeln hängt, wie wir im nächsten Abschnitte auseinandersetzen werden, außer der Größe der Contraction, von der Größe der Elasticität des sich contrahirenden Muskels ab. Ist bei gleicher Größe der Contraction die Elasticität des sich contrahirenden Muskels sehr groß, so vermag er auch eine sehr große Kraft auszuüben; ist sie gering, so vermag er auch nur eine geringe Kraft auszuüben. Die Elasticität bleibt sich

aber auch bei denselben Muskeln nicht gleich: während sie bei unbelebten Körpern nur wenig, z. B. durch Wärme sich ändert, ändert sie sich bei den lebenden Muskeln in sehr beträchtlichem Maße durch den Einfluß des Lebens. Die Elasticität der Muskeln wird nämlich, wie ich nachweisen werde, während sie in Thätigkeit gesetzt werden, sehr beträchtlich vermindert, und diese verminderte Elasticität der thätigen Muskeln nimmt während der Fortsetzung ihrer Thätigkeit immer noch weiter ab. Da aber die Kraft der sich contrahirenden Muskeln von der Größe ihrer Elasticität in diesem Zustande abhängt, so kann sie durch jene Verminderung der Elasticität so weit abnehmen, daß es, wie wir gesehen haben, vorkommt, daß ein sehr ermüdeter Muskel, wenn er in Thätigkeit gesetzt wird, ungeachtet er sich beträchtlich zu contrahiren strebt, nicht einmal ein Gewicht tragen kann, welches er im unthätigen Zustande, also ohne Contraction, trägt, sondern durch dasselbe weiter ausgedehnt und verlängert wird.

III. Von den Ursachen der Thätigkeit der Muskeln.

Die mit der Veränderung der Beschaffenheit der Muskelfaser und der gegenseitigen Lage ihrer Theile wechselnden Kräfte heißen die elastischen Kräfte der Muskelfaser.

Die Form, welche eine Faser, z. B. ein Kautschukfaden oder eine Muskelfaser hat, wenn sie zu einer Zeit zur Ruhe gelangt, wo gar keine äußere Kraft auf sie wirkt, heißt die *natürliche Form der Faser zu jener Zeit*. Wird diese natürliche Form der Faser durch äußere Kräfte auf irgend eine Weise abgeändert und gelangt dann die Faser zu anderen Zeiten, wo keine äußeren Kräfte auf sie wirken, wiederum zur Ruhe und hat sie alsdann stets wieder die *nämliche* Form, wie das erste Mal, so schreibt man der Faser eine *unveränderliche* oder *constante* natürliche Form zu.

Die Kräfte nun, welche die Theile einer Faser wechselseitig auf einander ausüben, und durch welche sie so bewegt und verschoben werden, daß sie, wenn keine äußeren Kräfte zugleich auf sie einwirken, in keiner anderen Lage, als in der, welche der natürlichen Form der Faser entspricht, zur Ruhe kommen können, werden die *elastischen Kräfte* der Faser genannt. Diese elastischen Kräfte der Faser sind folglich Null, wenn die Faser ihre natürliche Form besitzt, und sind kleiner oder größer, je weniger oder je mehr die Faser von ihrer natürlichen Form entfernt wird: kurz, *die elastischen Kräfte hängen von dem Unterschiede der wirklichen Form, die der Körper in dem betrachteten Augenblicke hat, und der natürlichen Form, in welcher er beharren könnte, wenn er, ohne daß äußere Kräfte auf ihn wirkten, sich selbst überlassen wäre, ab.*

Das Gesetz, welches die Abhängigkeit der elastischen Kräfte von dem Unterschiede der wirklichen und natürlichen Form bestimmt, heißt das Gesetz der elastischen Kräfte und der Grund dieses Gesetzes die Elasticität der Faser.

Vergleicht man endlich mehre Fasern unter einander, die alle eine gleiche natürliche Form haben und deren wirkliche Form von der natürlichen auch um gleich viel abweicht, und ergiebt sich dann, trotz dieser Gleichheit der Verhältnisse, dennoch eine Verschiedenheit in der Größe ihrer elastischen Kräfte, so schreibt man ihnen verschiedene Elasticität zu. Sind z. B. ein Kautschukfaden und ein Stahldraht von gleicher Länge und Gewicht um ein gleich langes Stück ausgedehnt, so übt der Stahldraht weit größere elastische Kräfte auf seine Befestigungspunkte, als der Kautschukfaden aus und es wird daher dem Stahle eine größere Elasticität zugeschrieben, als dem Kautschuk. Das Größenmaß jener elastischen Kräfte bei gleicher Abweichung von der natürlichen Form der Faser wird das Elasticitätsmaß der Faser oder noch häufiger der Elasticitätsmodulus der Faser genannt.

Es leuchtet daraus von selbst ein, daß je kleiner oder größer das Elasticitätsmaß oder der Elasticitätsmodulus ist, desto langsamer oder schneller werden die Fasertheilchen auf ihren Wegen von der wirklichen zu der natürlichen Form sich bewegen, desto kleiner oder größer sind die äußeren Kräfte, welche erforderlich sind, um entweder eine bestimmte Abweichung von der natürlichen Form hervorzubringen oder die Herstellung der natürlichen Form zu hindern, oder, je kleiner das Elasticitätsmaß eines Körpers ist, um so ausdehnbarer ist er, und umgekehrt.

Die äußeren Kräfte, welche erforderlich sind, um die wirkliche Form der Faser zu erhalten (und also dadurch die Herstellung der natürlichen zu hindern), nennt man die auf die Faser wirkende Spannkraft (Druck- oder Zugkraft). Diese Spannkraft ist folglich Null bei der natürlichen Form der Faser und ist kleiner oder größer

1) je nachdem die Differenz der wirklichen Form von der natürlichen kleiner oder größer ist,

2) je nachdem das Elasticitätsmaß der Faser kleiner oder größer ist.

Der Zustand, in dem sich die Faser befindet, wenn ihre elastischen Kräfte von einer Spannkraft äquilibrirt werden, heißt die Spannung der Faser und das Maß jener Spannkraft dividirt durch den Querschnitt der Faser dient selbst zum Spannungsmaße der Faser. Es fällt sogleich in die Augen, daß die Erscheinungen, welche die Muskeln darbieten, wenn sie sich zu verkürzen verhindert werden, denen ähnlich sind, welche ausgedehnte Fäden, z. B. von Kautschuk, darbieten, wenn sie gleichfalls durch Befestigung ihrer Enden verhindert werden, zu der kürzeren Form, aus der sie entfernt worden sind, zurückzukehren. Schon Schwann[1]) hat nachgewiesen, daß die Erscheinung sich verkürzender Muskeln mit den Erscheinungen anderer sich verkürzender elastischer Körper Aehnlichkeit haben, und man kann nicht umhin, so lange es sich bloß um Muskeln, als feste Körper, handelt, dieselben als elastische feste Körper zu betrachten und die Erscheinungen, welche bei ihnen beobachtet werden, demgemäß nach Analogie mit anderen elastischen festen Körpern zu ordnen. Die Versuche von Schwann, welche in Müller's Physiologie 1837 mitgetheilt worden sind, waren folgende.

„Schwann," heißt es daselbst, „bedient sich zur Ausmittelung des Ge-

[1]) Müller's Physiologie. Bd. II. S. 59 bis 61.

setzes, nach welchem die Kraft eines Muskels mit der Contraction zu- oder abnimmt, des Musc. gastrocnemius beim Frosche, und zwar mit Hilfe folgender Vorrichtung. Ein Frosch wird auf einem Brettchen mit seinem Oberschenkel horizontal befestigt, der Unterschenkel senkrecht in die Höhe gerichtet, der Fuß wieder horizontal gebogen. Beide werden in dieser Lage unbeweglich festgebunden. Die Haut am Unterschenkel des Frosches bleibt unverletzt bis auf einen kleinen Einschnitt in der Ferse, durch den die Sehne des M. gastrocnemius, nachdem sie am Fuße abgeschnitten worden, geleitet wird. An die Sehne wird ein Faden gebunden, der senkrecht in die Höhe geht zu einem Arme einer darüber hängenden Wage. An dem anderen Arme der Waage hängt eine Waagschale. Der erste Arm, mit dem der Muskel in Verbindung steht, wird durch Anbinden eines geraden Drahtes um das Sechsfache verlängert, damit eine kleine Contraction des Muskels eine große Bewegung des Waagbalkens hervorbringt. Die Waagschale wird nun so viel beschwert, daß sie ein kleines Uebergewicht über den anderen Waagbalken hat. Das Ende dieses verlängerten Waagbalkens wird durch ein horizontales Stäbchen, gegen das es nach oben drückt, so niedergehalten, daß sich der Waagbalken nach unten, aber nicht nach oben bewegen kann. Dieses Stäbchen kann vermittelst einer eigenen Vorrichtung sehr genau höher und tiefer geschraubt und die Größe dieser Veränderung an einer Scala abgelesen werden. Ist nun der Apparat so vorgerichtet, daß der lange Waagbalken etwas höher, als in horizontaler Richtung steht, ist ferner der den Muskel mit demselben verbindende Faden so gewählt worden, daß er in dieser Stellung ein wenig gespannt wird, so läßt man den Reiz eines Plattenpaares von 1 Quadratzoll Oberfläche auf den Ischiadicus wirken, der vorher mit Schonung der großen Gefäße bis zum Unterschenkel herauspräparirt worden ist. Durch die Zusammenziehung des Muskels wurde der Waagbalken nach unten gezogen. Man schraubt nun das horizontale Stäbchen so tief, daß der Muskel bei seiner Contraction den Waagbalken nur um ein Minimum von dem Stäbchen weiter nach unten zu ziehen vermag. Das geringe Uebergewicht der Waagschale am anderen Arme = 0 betrachtet, ist dieses der stärkste Grad der Zusammenziehung. Schwann beobachtete nun, daß, wenn er jetzt Gewichte auf die Waagschale legte, der Waagbalken nicht mehr bewegt wurde. Auf diesem Punkte der Contraction war also die Kraft des Muskels = 0. Wurde aber das horizontale Stäbchen etwas in die Höhe geschraubt, so ließ sich wieder ein Punkt finden, wo der Waagbalken etwas bewegt wurde. Bei diesem geringen Grade der Contraction war also die Kraft des Muskels gleich dem aufgelegten Gewichte. Das Quantum der Verkürzung war aber der sechste Theil von dem, um was das Stäbchen höher geschraubt worden war. Wurde nun das Doppelte des vorigen Gewichtes aufgelegt, so mußte das Stäbchen noch höher geschraubt werden, wenn der Muskel den Waagbalken bewegen sollte. Auf diesem Punkte war dann die Kraft des Muskels doppelt so groß, als im vorigen Falle und der Grad der Verkürzung konnte wieder an der Scala des Meßinstrumentes gefunden werden. So ließ sich also die durch den Muskel bei einem bestimmten Reize sich äußernde Kraft mit dem Grade der Verkürzung desselben vergleichen.«

Versuche an vier Muskeln ergaben folgende Resultate: Die erste Columne enthält die Belastungsgewichte der Waagschale, die zweite die Verkürzung des Muskels nach der Angabe des Meßinstrumentes, die dritte die Differenz je zwei sich folgender Verkürzungen, oder die Größe, um welche sich dieselbe durch den Unterschied der Belastung vermindert hatte.

Reihe	Belastung	Verkürzung	Unterschied	Reihe	Belastung	Verkürzung	Unterschied
	gr				gr		
I.	0	14,1		III.	0	13,9	
			3,0				4,3
	60	17,1			50	18,2	
			2,6				2,1
	120	19,1			100	20,3	
			2,1				
	180	22,6					
II.	0	13,5		IV.	0	13,5	
			5,3				5,7
	100	18,8			50	19,1	
			4,6				3,1
	200	23,4			100	23,2	

»In den beiden ersten Versuchsreihen,« heißt es weiter, »nahm also während die Kraft des Muskels sich um ein Gleiches vermehrte, die Länge desselben näherungsweise um ein Gleiches zu. In den zwei letzten Versuchsreihen verlängerte sich der Muskel, wie seine Kraft um ein Gleiches zunahm, nicht in demselben Verhältnisse, sondern in einem stärkeren, wenn weniger Gewicht auf der Waagschale lag.« Die übrigen von Schwann nicht mitgetheilten Versuche ergaben ein ganz ähnliches Resultat. »In den Versuchen nämlich, die möglichst bald nach der Operation des Frosches angestellt wurden, wo also der normale Zustand am wenigsten gestört war, stellte sich das Gesetz heraus, daß die Kraft des Muskels in dem Verhältnisse zunahm, in welchem der Muskel weniger sich contrahirte, oder daß sie in geradem Verhältnisse mit der Contraction des Muskels abnahm. Je später nach der Operation die Versuche angestellt wurden, um so mehr wichen die Resultate ab. Man kann daher schließen, daß das Gesetz im normalen Zustande ziemlich genau gelte. Dieses Gesetz ist aber dasselbe, welches bei den elastischen Körpern gilt. Durch dieses Gesetz wird zunächst jede Erklärung der Muskelkraft durch eine der uns bekannten anziehenden Kräfte widerlegt, welche so wirken, daß die anziehende Kraft wächst, je mehr sich die anziehenden Theilchen nähern, und zwar umgekehrt nach dem Quadrate der Entfernung.« Schwann zeigt hierauf, in welchem Widerspruche diese Erfahrungen mit der Theorie von Prevost und Dumas, die Muskelbewegung durch gegenseitige Anziehung der Nervenfäden zu erklären, stehe.

Ueber einige Beschränkungen, welche die Elasticitätsgesetze in ihrer Anwendung auf die Muskelfasern erleiden.

Käme einer Muskelfaser stets dieselbe natürliche Form zu (siehe oben Seite 100), so würde sie in der theoretischen Naturlehre zu den vollkommen elastischen Körpern gerechnet werden. Einen vollkommen elastischen Körper giebt es aber in der Natur nicht, denn feinere Versuche zeigen, daß selbst die elastischsten Körper, welche wir kennen, wie z. B. Glas und Stahl, dem aufgestellten abstracten Begriffe der Elasticität nicht vollkommen entsprechen. Wenn nun auch den Muskelfasern eine vollkommene Elasticität in jenem Sinne der theoretischen Naturlehre abgeht, so braucht man deßhalb nicht auf die Betrachtung der Muskeln als elastischer fester Körper zu verzichten, so wenig als es in der experimentalen Naturlehre bei denjenigen Körpern ge-

schieht, welche in Folge von Wärmeeinflüssen und mannichfaltigen anderen Einwirkungen oft einem großen Wechsel ihrer natürlichen Form unterworfen sind und gleichwohl als elastische Körper betrachtet werden.

Aus der Experimentalphysik ist es bekannt, daß die Gesetze der vollkommenen Elasticität, wie sie in der Theorie aufgestellt zu werden pflegen, auf die wirklich existirenden Körper stets nur unter gewissen Bedingungen und Beschränkungen anwendbar sind, so lange nämlich der Körper keiner Aenderung seines Aggregatzustandes, keinem chemischen Processe, keiner Temperaturveränderung, keinem gewaltsamen Drucke u. s. w. unterworfen wird. Aehnliche Beschränkungen müssen jene Gesetze auch in ihrer Anwendung auf die Muskelfasern erleiden. Die Schranken, welche der Anwendung jener Gesetze auf die Muskelfaser zu setzen sind, nennt man die Elasticitätsgrenzen dieser Faser oder die Grenzen der vollkommenen Elasticität dieser Faser, das von diesen Grenzen eingeschlossene Gebiet heiße der Elasticitätsumfang dieser Faser. Es leuchtet hieraus von selbst ein, daß nur innerhalb des Elasticitätsumfanges der Faser von einem bestimmten Elasticitätsmaße die Rede sein könne, und daß es daher ebenso wichtig ist, den Elasticitätsumfang einer existirenden Faser, z. B. einer Muskelfaser, näher zu bestimmen, wie ihren Elasticitätsmodulus, und daß es wichtig ist, beide mit einander im Tode und im Leben, in der Ruhe und in der Thätigkeit, während die Muskeln durch ihre Nerven mit dem Centrum des Nervensystemes zusammenhängen, und wenn die Nerven durchschnitten sind, mit einander zu vergleichen, um zu sehen, ob und in wiefern die natürliche Länge sowohl, als ihr Elasticitätsmodulus während dieser verschiedenen Zustände geändert werde. So interessant und wichtig genauere Untersuchungen hierüber sein würden, so darf man doch nicht erwarten, daß sich in dieser Beziehung für die Muskelfasern werde mehr leisten lassen, als für andere Körper, von denen wir bis jetzt ebenfalls nur erst sehr fragmentarische Kenntnisse hierüber besitzen.

Ueber die Elasticität der Muskeln unter dem Einflusse des thierischen Lebens im Allgemeinen.

Da die Muskelfaser ein fester elastischer Körper ist, so müssen die daraus hervorgehenden, in der Muskelfaser wirksamen Kräfte bei allen Erscheinungen stets beachtet werden, welchen Einflüssen die Muskelfaser sonst auch unterworfen sein möge. Es sind also die elastischen Kräfte der Muskelfasern auch bei denjenigen Erscheinungen zu beachten, welche beobachtet werden, während die Faser dem Einflusse des thierischen Lebens unterworfen ist.

Der Einfluß des thierischen Lebens auf die Muskelfaser kann aber selbst nur in Kräften bestehen, welche entweder auf einige oder auf alle Theile der Muskelfaser wirken. Erstrecken sich diese Kräfte auf alle Theile einer Muskelfaser nach einem allgemeinen Gesetze, wonach es möglich wäre, diese Kräfte für die übrigen Theile zu bestimmen, wenn sie für einige Theile gegeben wären, so stehen diese Kräfte in einer vollkommenen Analogie mit den inneren Kräften, zu denen die elastischen Kräfte gehören, welche aus der Wechselwirkung der Theile einer Muskelfaser selbst entspringen, und im weiteren Sinne zu den letzteren gerechnet werden können. Jeder Lebenseinfluß in der Muskelfaser würde zunächst als eine Aenderung ihrer Elasticität zu betrachten sein, gleichwie jeder Wärmeeinfluß in einer

Stahlfeder als eine Aenderung der Elasticität der Stahlfeder betrachtet wird, aus der, sobald sie bestimmt worden ist, ohne weitere Berücksichtigung ihres Ursprunges alle Störungen des Gleichgewichtes oder der Bewegungen abgeleitet werden können. Der Grund aller an einer Muskelfaser beobachteten Erscheinungen würde sodann zunächst nur in ihrer Elasticität enthalten sein, es würde aber die Elasticität der Muskelfaser selbst nicht als unveränderlich auch nicht bloß, wie bei unorganischen Körpern, wechselnd mit bekannten physischen Einflüssen, z. B. der Temperatur, sondern auch wechselnd mit dem Einflusse des thierischen Lebens anzunehmen sein.

Anders verhielte es sich, wenn der Lebenseinfluß sich nicht gleichmäßig auf alle Theile einer Faser erstreckte und keinem allgemeinen Gesetze unterworfen wäre, wo er also in Kräften bestände, welche nur auf einige Theile der Muskelfaser wirkten. Solche Kräfte würde man in Beziehung auf den Faserkörper nothwendig in die Classe der äußeren Kräfte verweisen müssen, welche für jeden Fall einzeln gegeben sein müßten, wenn die Störungen in der Gleichgewichtslage und in den Bewegungen der Muskelfaser bestimmt werden sollten; es müßte dann auf jede allgemeine Bestimmung des Lebenseinflusses verzichtet werden.

Wir werden die Erscheinungen der Muskelfaser zu ordnen und in wechselseitigen Zusammenhang zu bringen suchen, indem wir dabei an der ersten Ansicht festhalten, wonach alle Erscheinungen im Muskel zunächst von seiner Elasticität abhängen, und der Lebenseinfluß nur mittelbar in Betracht kommt, indem er, gleich dem Temperatureinflusse, die Elasticität der Faser modificirt. Wir wollen demnach 1stens von der natürlichen Form und Elasticität der Muskeln während ihrer Unthätigkeit (d. i. wenn kein Lebenseinfluß stattfindet) sprechen, sodann 2tens die natürliche Form und Elasticität der Muskeln während ihrer Thätigkeit (d. i. wenn ein Lebenseinfluß stattfindet) betrachten und endlich 3tens sehen, wie aus den Aenderungen, welche die natürliche Form und die Elasticität der Muskeln erfahren, die Erscheinungen hervorgehen müssen, die wir beim Wechsel beider Zustände beobachten.

Von der natürlichen Form und der Elasticität der Muskeln während ihrer Unthätigkeit.

Die Muskeln befinden sich am lebenden Körper auch während ihrer Unthätigkeit (wenn von den Nerven aus keine Einflüsse auf sie ausgeübt werden) nicht in ihrer natürlichen Form, sondern sind ausgedehnt und üben daher gleich ausgedehnten Saiten elastische Kräfte aus, durch welche sie, wie diese, in ihre kürzere natürliche Form zurückzukehren streben. Alle Muskeln besitzen daher auch während ihrer Unthätigkeit eine, wenn auch nicht sehr beträchtliche, dennoch deutlich wahrnehmbare Spannung. Man kann sich von diesem gespannten Zustande der Muskeln an seinem eigenen Körper überzeugen, z. B. wenn man den Musc. biceps brachii untersucht, dessen Flechse bei völliger Unthätigkeit des Muskels, und in welche Lage man den Arm auch bringen mag, sich immer deutlich gespannt anfühlt. Daß aber die Muskeln in dieser gespannten Lage verharren und nicht durch Bewegung der Glieder in ihre natürliche Form zurückkehren, hat darin seine Ursache, daß verschiedene Muskeln (Antagonisten) die Glieder in entgegengesetzte Richtung zu bewegen streben und sich daher gegenseitig das Gleichgewicht halten. Die Lage der Glieder, in welcher dieses Gleichgewicht stattfindet, ist, wenn die

Muskeln unthätig sind, die halbgebogene Lage der Glieder; diese ist uns daher auch besonders bequem und für die Erholung der Muskeln am geeignetsten [1]). Die von den unthätigen Muskeln am Körper wegen ihrer Spannung ausgeübten elastischen Kräfte sind sehr gering, so daß meistentheils schon geringe Hindernisse, wie Friction oder kleine Gewichtsunterschiede, ausreichen, sie zu verhindern, die Glieder in jene Gleichgewichtslage zurückzuführen oder in derselben zu erhalten, im Uebrigen aber bieten sie ganz ähnliche Erscheinungen, wie andere gespannte Fäden oder Stränge, dar. So wie z. B. ein ausgedehnter und gespannter Kautschukfaden sich verkürzt und auf seine natürliche Länge zurückzieht, sobald man ihn von einem seiner Befestigungspunkte trennt, so ziehen sich auch die Muskeln zurück, wenn ihre Flechsen oder sie selbst durchschnitten oder von ihren Befestigungspunkten getrennt werden.

Es ist den Chirurgen schon seit langer Zeit bekannt, daß nach Zerreißung der Achillessehne die abgerissenen Enden sich von einander entfernen, und daß bei Fracturen der Kniescheibe und des Olekranon durch Verkürzung der Streckmuskeln des Unterschenkels und des Unterarmes, die an ihnen festsitzenden Knochenstücke dislocirt werden. In früherer Zeit hielt man diese Erscheinungen für die Wirkungen activer Contraction der Muskeln. Petit [2]) zog das ganze Factum in Zweifel und glaubte, daß der Anschein der Verkürzung jener Muskeln durch die Bewegung des Gliedes im entgegengesetzten Sinne entstehe. Pirogoff [3]) dagegen widerspricht der Ansicht von Petit, indem er sagt, »wenn man den Wadenmuskel durch die flectirte Lage des Fußes in Spannung versetzt und nun die Sehne durchschneidet, so bemerkt man ganz deutlich, daß das obere Ende allein, indem es sich zurückzieht, zur Bildung des Zwischenraumes dient, wenn man auch die Lage des Fußes unverändert läßt;« auch hält er diese Verkürzung für keine Wirkung activer Contraction, sondern für eine Wirkung der »organischen Elasticität« der Muskeln, weil er einen ganz ähnlichen Erfolg beobachtete, wenn er die Achillessehne unter gleichen Verhältnissen in todten Körpern durchschnitt. Aber die Muskeln sind nicht nur in derjenigen Lage der Glieder, wo ihre Befestigungspunkte am weitesten von einander entfernt sind (wie z. B. die Wadenmuskeln in der gebogenen Lage des Fußes), sondern in allen Lagen der Glieder ausgedehnt und folglich sind die Flexoren und Extensoren gleichzeitig gespannt. Um dieses aber mit Sicherheit nachzuweisen, sind besondere, mit Umsicht und Genauigkeit ausgeführte Versuche nothwendig.

Es wurde bei einem lebenden Kaninchen, nachdem die Achillessehne bloßgelegt war, zunächst der zur Achillessehne gehende Tensor fasciae latae und der Nerv. ischiadicus durchschnitten, ersterer, um durch die Beugung des Hüftgelenkes keine Einwirkungen auf die Achillessehne auszuüben, letzterer, um allen Willenseinfluß von den Wadenmuskeln zu entfernen. Darauf wurde das Bein in die halbgebogene Lage des Knie- und Fußgelenkes, welche es freihängend annahm, fixirt und in dieser Lage die Achillessehne mit der Scheere durchschnitten Es entfernten sich die beiden Enden der Flechse sogleich beträchtlich von einander, ungeachtet die Glieder ihre gegenseitige

[1]) Läßt man die Glieder nach starken Muskelanstrengungen in gestreckter Lage ausruhen, so entsteht die bekannte Steifigkeit derselben, welche dagegen selbst nach sehr großen Anstrengungen gar nicht oder in sehr geringem Maße eintritt, wenn man die Muskeln in halbgebogener Lage ausruhen läßt.

[2]) Ueber die Ruptur der Achillessehne.

[3]) Ueber die Durchschneidung der Achillessehne Seite 14.

Lage nicht ändern konnten, weil der gelös'te Muskel nicht mehr seine natürliche Form anzunehmen gehindert wurde.

Durchschnitt ich nun, während die Glieder noch fortwährend in gleicher Lage fixirt erhalten wurden, auch die Beugemuskeln des Fußes auf der vorderen Seite des Unterschenkels, so verkürzten sich auch diese; es sind also in der natürlichen, halbgebogenen Lage der Glieder sowohl die Flexoren, als auch die Extensoren und folglich alle Muskeln gleichzeitig gespannt. Da die antagonistischen Muskeln sich wechselseitig in dieser Spannung erhalten, so wird nothwendig dieses Gleichgewicht gestört, wenn man die einen oder die anderen durchschneidet. Durchschneidet man daher die Achillessehne, während man das Knie (aber nicht das Fußgelenk) fixirt hält, so sieht man den Fuß durch seine Beugemuskeln sich beugen; weil die Extensoren denselben nicht mehr das Gleichgewicht halten. Diese Beugung des Fußes ist aber sehr gering, weil die Muskeln, wie ich zeigen werde, sehr ausdehnsam sind und daher bei geringerer Ausdehnung nur eine sehr geringe Kraft ausüben. Die Größe, um welche der Musc. gastrocnemius des Kaninchens sich in der beschriebenen halbgebogenen Lage des Gliedes zusammenzog, betrug im Mittel aus mehren Versuchen 6 Millimeter. Da der Musc. gastrocnemius über zwei Gelenke weggeht, über das Kniegelenk, welches er beugt, und das Fußgelenk, welches er streckt, so würde die größtmöglichste Entfernung seiner Ansatzpunkte durch gleichzeitige Streckung des Kniegelenkes und Beugung des Fußgelenkes bewirkt werden; aber man kann bei Kaninchen diese entgegengesetzte Bewegung beider Gelenke nicht gleichzeitig vollständig ausführen, weil die Muskeln zu kurz sind. Durchschnitt ich die Achillessehne, während beide Gelenke gestreckt waren, so betrug die Verkürzung 5 Millimeter, waren beide Gelenke gebogen, so betrug sie 7 Millimeter. Gar keine Verkürzung wurde wahrgenommen, wenn das Kniegelenk und das Fußgelenk gebogen waren.

Wenn es schon an sich unwahrscheinlich ist, daß diese Verkürzung der Muskeln bei Durchschneidung ihrer Flechsen von einer thätigen Contraction derselben herrührte, da ihre Nerven vom Rückenmarke und Gehirne getrennt waren und bei der Operation selbst auf keine Weise afficirt wurden, so wird diese Erklärung noch dadurch völlig widerlegt, daß diese Verkürzung nicht wieder verschwand, wie es bei der lebensthätigen Contraction des Muskels geschieht, sondern fortdauerte, so daß der Muskel auch längere Zeit nach der Operation sich nicht bleibend in seine frühere längere Form zurückbringen ließ.

Die Muskeln üben demnach vermöge ihres gespannten Zustandes auch während ihrer Unthätigkeit Zugkräfte auf ihre Befestigungspunkte aus, die aber, weil die Zugkräfte entgegengesetzter Muskeln sich das Gleichgewicht halten, keine Ursache der Bewegung der Glieder sind; die gespannte Lage sämmtlicher Muskeln am Körper hat aber den wichtigen Nutzen, daß die Muskeln in keiner Lage der Glieder, auch nicht während der Unthätigkeit, schlaff und gefaltet sind, so daß sie, wenn sie in Thätigkeit gesetzt werden, die Glieder momentan in Bewegung bringen.

Die Größe der Kraft, welche die lebenden Muskeln vermöge ihrer ausgedehnten Lage am Körper während ihrer Unthätigkeit auf ihre Befestistigungspunkte ausüben, hängt von der Größe ihrer Elasticität ab. Diese Kraft ist äußerst klein, weil ihre Elasticität sehr gering oder, was dasselbe ist, weil ihre elastische Ausdehnbarkeit sehr groß ist.

Wir dürfen in dieser Beziehung von den Eigenschaften, die wir an todten Muskeln finden, nicht auf die der lebenden Muskeln schließen, weil

nicht leicht eine Substanz des Körpers ihre physikalischen Eigenschaften kurz nach dem Tode so beträchtlich ändert, wie die Muskelsubstanz. Jeder weiß, daß am Leichname die Muskeln sich jeder Bewegung der Glieder durch ihre Unnachgiebigkeit widersetzen. Diese Unnachgiebigkeit todter Muskeln ist am auffälligsten bald nachdem in ihnen das Leben erloschen ist, wo sie die Glieder in der Lage festhalten, in welcher der Tod erfolgt war, und zwar mit einer so großen Kraft, als ob die Glieder vom Starrkrampfe befallen wären. Manche Physiologen haben daher diesen Zustand, den man die Todtenstarre (Rigor mortis) nennt, für die letzte Wirkung des erlöschenden Lebens gehalten. Die Starrheit des Körpers mindert sich längere Zeit nach dem Tode und man sagt dann, die Todtenstarre sei vorüber; diese dann stattfindende größere Nachgiebigkeit der Muskeln rührt aber vielmehr von einer beginnenden Zersetzung, als vom Aufhören eines lebendigen Contractionszustandes her. Die Unnachgiebigkeit der Muskeln nimmt daher zwar ab, hört aber keineswegs auf, sondern dauert auch dann noch in sehr beträchtlichem Maße fort. Ueberwindet man den Widerstand, welchen die todten Muskeln leisten, mit Gewalt, so zerreißen sie häufig ganz oder theilweise, ungeachtet sie nicht mehr gedehnt werden, als es auch bei dem Gebrauche im Leben geschieht. Ist aber der Widerstand der Muskeln durch einmalige Bewegung des Gliedes gewaltsam überwunden worden, so kehren die Muskeln nicht wieder zu ihrer vorigen kürzeren Form zurück, sondern bleiben länger, so daß das Glied fortan mit größerer Leichtigkeit in derselben Richtung bewegt werden kann. Auch die in der Todtenstarre befindlichen Muskeln kehren, wenn ihr Widerstand einmal mit Gewalt überwunden worden ist, nicht wieder in dieselbe zurück, weil sie, wie andere todte Muskeln, bleibend länger geworden sind und dem Gliede dadurch Bewegung verstatten. Die Eigenschaft todter Muskeln, wenn sie ausgedehnt wurden, nur unvollkommen zu ihrer vorigen Gestalt zurückzukehren und dadurch bleibend länger zu werden, erklärt auch ihre größere Zerreißbarkeit, denn wenn ein Muskel durch Dehnung immer länger wird, so wird sein Querschnitt dagegen immer kleiner, folglich der Widerstand immer geringer, was, wie bei einem sich dehnenden Bleidrahte, zur endlichen Zerreißung führen muß.

Die Muskeln am lebenden Körper setzen, ungeachtet sie durch Ausdehnung gespannt sind, den Bewegungen der Glieder einen sehr geringen Widerstand entgegen. Das Bein pendulirt am lebenden Körper, ungeachtet der großen Muskelmassen, die über das Hüftgelenk hinweg gespannt sind, fast in demselben Tempo, wie das todte Bein thun würde, wenn alle jene Muskeln durchschnitten wären. Die Glieder verharren meist in völlig gestreckter und in völlig gebogener Lage von selbst, ungeachtet ihre Muskeln dabei sehr beträchtliche und verschiedene Abweichungen von ihrer natürlichen Form erleiden, weil ihre elastischen Kräfte nicht größer sind, als der durch Reibung u. s. w. entstehende Widerstand ist. Auch nach dem Tode dauert diese Nachgiebigkeit noch einige Zeit fort, so lange nämlich ihre Lebenseigenschaften dauern; bei einem eben Enthaupteten sind daher alle Glieder außerordentlich beugsam. Die Muskeln besitzen nämlich, wie das Kautschuk, eine sehr große elastische Ausdehnbarkeit, oder mit anderen Worten, ihnen kommt, wie diesem, eine geringe, aber sehr vollkommene Elasticität zu. Man kann sich von dieser auffallenden Eigenschaft lebender Muskeln recht augenscheinlich überzeugen, wenn man den Musculus hyoglossus oder einen anderen langfaserigen Muskel eines eben getödteten Frosches mit zwei Pincetten an seinen beiden Enden erfaßt, und wie einen Kautschukfaden abwech-

selnd ausdehnt und wieder zusammenfahren läßt. Die Muskeln am lebenden Körper unterscheiden sich also von den Muskeln am todten Körper wesentlich dadurch, daß sie theils wegen ihrer geringen Elasticität den Bewegungen der Glieder nur einen sehr geringen Widerstand entgegensetzen, theils wegen ihrer sehr vollkommenen Elasticität, auch nach großer Ausdehnung nicht bleibend verlängert, sondern stets zu ihrer vorigen Form und Länge zurückgeführt werden. Diese Eigenschaft der Muskeln ist sehr nothwendig, weil sie während des Lebens fortwährend sehr beträchtlichen Ausdehnungen unterworfen sind, und, wenn sie dadurch bleibend verlängert würden, sehr bald für ihre Functionen unbrauchbar werden würden.

Die Muskeln werden schon durch kleine Gewichte sehr beträchtlich ausgedehnt: aber ihre Ausdehnung nimmt nicht in gleichem Maße ensprechend zu bei größerer Belastung, oder mit anderen Worten die elastischen Kräfte der Muskeln leisten den ersten Graden der Ausdehnung nur einen sehr geringen Widerstand. Dieser Widerstand wächst aber sehr beträchtlich, je mehr sie weiter ausgedehnt werden sollen.

Um die Länge des M. hyoglossus auch bei möglichst geringer Belastung zu messen, wurde derselbe in umgekehrter Lage als früher, nämlich die Zunge nach oben, am Stative (Seite 69) befestigt, so daß er nur durch das Gewicht der Glottis und das der Hälfte seines eigenen Gewichtes $0{,}22 + \frac{0{,}19}{2} = 0{,}315$ Gr. gespannt wurde, und erst bei Vermehrung der Belastung die Waagschale durch einen S-förmigen Haken in der Glottis befestigt. Damit nun die Nachgiebigkeit der jetzt oben befestigten Zunge die Messung nicht störe, zwei Coconfäden, der eine durch das obere Ende des Muskels an der Zunge, der andere durch das untere Ende desselben am Rande der Glottis gezogen und durch Beobachtung der relativen Bewegung beider gegen einander die Aenderungen der Länge des zwischen beiden Fäden gelegenen Muskelstückes gemessen. Die folgenden drei Tabellen enthalten die Mittelzahlen viermal an einem 0,19 Gramme schweren Muskel wiederholter Messungsreihen.

Belastung.	Länge.	Unterschied.	Belastung.	Länge.	Unterschied.	Belastung.	Länge	Unterschied.
gr	mm	mm	gr	mm	mm	gr	mm	mm
0,3	24,95	5,05	0,3	25,35	7,92	15,3	39,25	0,50
1,3	30,00	2,30	2,3	33,27	1,98	20,3	39,75	0,32
2,3	32,30	1,15	4,3	35,25	0,75	25,3	40,07	0,13
3,3	33,45	0,72	6,3	36,00	0,25	30,3	40,20	
4,3	34,17	0,43	8,3	36,25	0,32			
5,3	34,60		10,3	36,57				

Die erste der beiden Columnen dieser Messungsreihen enthält die gebrauchten Belastungsgewichte, die zweite die diesen Belastungen entsprechenden Längen des Muskels. Dividirt man die in der letzten Columne angegebene Differenz zweier solcher Längen durch die halbe Summe derselben und außerdem durch die Differenz der zu beiden Längen gehörigen Belastungsgewichte,

so erhält man das **Maß seiner Ausdehnbarkeit**, d. i. diejenige Ausdehnung, die der Muskel im Mittel zwischen diesen Grenzen durch Vermehrung der Belastung um 1 Gr. erfahren hat, in Theilen seiner Länge ausgedrückt [1]. Bezeichnet man daher die Belastungsgewichte mit p, p', p'', p''', u. s. w., die entsprechenden Längen des Muskels mit L, L', L'', L''', u. s. w., so ist $2\frac{L'-L}{L'+L}\cdot\frac{1}{p'-p}$ das Maß der Ausdehnbarkeit des Muskels bei der mittleren Belastung von $\frac{p+p'}{2}$ Grammen. Substituirt man nun für die Gewichte p, p', p'', p''' u. s. w., sowie für die Längen L, L', L'', L''' u. s. w. die gefundenen in der Tabelle enthaltenen Werthe, so erhält man folgende Bestimmungen für die Ausdehnbarkeit desselben Muskels für verschiedene Belastungen:

Belastung	Ausdehnbarkeit	Belastung	Ausdehnbarkeit	Belastung	Ausdehnbarkeit
gr		gr		gr	
0,8	0,183	1,3	0,1349	17,8	0,0025
1,8	0,0738	3,3	0,0289	22,8	0,0016
2,8	0,0350	5,3	0,0105	27,8	0,0006
3,8	0,0213	7,3	0,0035		
4,8	0,0152	9,3	0,0044		

Hieraus ergiebt, sich daß der Muskel am lebenden Körper sich nicht gleichmäßig ausdehnt, sondern seine Ausdehnbarkeit um so größer ist, je weniger er bereits belastet ist und daher mit Vergrößerung der Belastung abnimmt. In dem vorliegenden Beispiele betrug das Maß der Ausdehnbarkeit eines Muskels von gegebenem Querschnitte bei 1,8 Grammen Belastung über 18 Procent der Länge des Muskels, bei 4,8 Grammen bis auf $1\frac{1}{2}$ Procent, bei 9,3 Grammen bis auf $\frac{3}{7}$ Procent, bei 27,8 Grammen bis auf $\frac{1}{16}$ Procent vermindert.

Von der natürlichen Form und Elasticität der Muskeln während ihrer Thätigkeit.

Wenn ein Muskel in Thätigkeit gesetzt wird, so ändert sich dessen natürliche Form, so daß, wenn er sehr kräftig ist, seine natürliche Länge mindestens um 85 Procent (siehe Seite 83) kleiner, die beiden anderen Dimensionen proportional größer werden. Diese **neue**, ihm jetzt zukommende natürliche Form strebt der Muskel, wenn er sie schon angenommen hat, vermöge seiner elastischen Kräfte zu erhalten, und wirkt dadurch Gewichten oder anderen Kräften, die ihn auszudehnen streben, entgegen. Hat er die ihm zukommende natürliche Form noch nicht angenommen, oder ist er aus dersel-

[1] Da wir nur die Ausdehnbarkeit desselben Muskels bei verschiedener Belastung betrachten, nicht aber die mehrer Muskeln von verschiedenem Querschnitte vergleichen wollen, so braucht der Querschnitt des Muskels nicht berücksichtigt zu werden.



ben entfernt worden, so strebt er, vermöge seiner Elasticität in dieselbe zu gelangen und nähert sich derselben, bis die entgegenwirkende Last seinen elastischen Kräften das Gleichgewicht hält, ebenso wie der unthätige Muskel, wenn er aus seiner natürlichen Form entfernt worden ist, zu derselben zurückzukehren strebt. Je größer daher die Elasticität des thätigen Muskels ist, mit desto größerer Kraft strebt er, seine natürliche Form herzustellen und desto größere Gewichte kann er dadurch heben. Die Größe des Gewichtes, das ein Muskel heben kann, hängt demnach bei gegebener Verkürzung seiner natürlichen Form von der Größe seiner Elasticität ab und kann daher, je nachdem diese verschieden groß ist, auch bei gleicher Verkürzung seiner natürlichen Form verschieden groß ausfallen. Da die Elasticität eines Körpers, wie gesagt, seiner Ausdehnbarkeit umgekehrt proportional ist, so ist es gleichgiltig, ob wir die Elasticität selbst, oder die ihr reciproke Ausdehnbarkeit bestimmen. Wir werden uns an die letztere Art der Bestimmung halten, wenigstens da, wo sie mehr Anschaulichkeit gewährt. Um die Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels zu messen, könnte man ebenso verfahren, wie es oben geschehen, um die Ausdehnbarkeit des unthätigen Muskels zu ermitteln. Man müßte demnach den Muskel in Thätigkeit versetzen, und während man ihn in derselben erhielte, successiv mit verschiedenen Gewichten belasten, die Ausdehnung, die er dadurch erfährt, messen und daraus das Maß seiner Ausdehnbarkeit, d. h. den Theil seiner Länge berechnen, um welchen der in Thätigkeit befindliche Muskel durch Vermehrung seiner Belastung um die Gewichtseinheit, z. B. ein Gramm, ausgedehnt worden sein würde. Dieses einfache Verfahren ist aber nicht ausführbar, weil der Zustand der Thätigkeit sich nicht gleichbleibt, sondern die natürliche Länge und Elasticität des Muskels während desselben einer steten Aenderung unterworfen sind. Es führt aber zu demselben Resultate, wenn man statt den contrahirten Muskel durch verschiedene Gewichte auszudehnen, den durch verschiedene Gewichte ausgedehnten unthätigen Muskel sich contrahiren läßt, nur daß man im letzteren Falle den Act der Thätigkeit, der den Muskel durch seine längere Dauer rasch erschöpft, bis auf wenige, zur Messung nothwendige Augenblicke beschränken und die Zwischenzeiten zwischen diesen Versuchen, wo also der Muskel unthätig ist, noch benutzen kann, um die Ausdehnbarkeit des unthätigen Muskels vor und nach jedem Versuche zu bestimmen. Wir werden daher durch den Zweck, die Elasticität oder Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels zu ermitteln, zu denselben Messungsreihen zurückgeführt, die im vorigen Abschnitte zur Untersuchung der Verkürzung der Muskeln mitgetheilt worden sind. Nur werden wir jetzt nicht die Verkürzungen (d. h. die Differenzen der Länge des Muskels im thätigen und unthätigen Zustande), sondern die Längen, welche der thätige Muskel bei verschiedener Belastung darbot, zur Bestimmung seiner Ausdehnbarkeit für sich betrachten und unter einander vergleichen und auf gleiche Weise die Ausdehnbarkeit des unthätigen Muskels für sich aus den eingeschalteten Versuchen bestimmen. Die Versuchsreihe am Muskel C (Seite 75) ist wegen ihrer größeren Vollständigkeit zu dieser Untersuchung der Elasticitätsverhältnisse des thätigen Muskels von allen am geeignetsten; um sie aber dazu benutzen zu können, müssen vorher die bei den verschiedenen Belastungen gefundenen Werthe der Länge, sowohl des thätigen, als auch des unthätigen Muskels auf gleiche Ermüdungszustände reducirt werden, ebenso, wie es (siehe Seite 79) mit den Verkürzungsgrößen oder den Differenzen beider geschehen ist, worauf ich daher rücksichtlich des Verfahrens verweise. Tafel 1. enthält die auf

gleiche Ermüdung reducirten Längen des Muskels im unthätigen Zustande, welche für die verschiedenen Belastungen, nämlich von 5 Gr., 10 Gr., 15 Gr., 20 Gr., 25 Gr., 30 Gr. mit L, L', L'', L''', L'''', L''''' bezeichnet sind; Tafel 2. enthält die entsprechenden Längen des Muskels im thätigen Zustande, welche mit l, l', l'', l''', l'''', l''''' bezeichnet sind.

Taf. 1.

Nr.	L	L′	L″	L‴	L⁗	L′′′′′
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3.	41,0	42,45	43,1			
8.	41,9	43,25	44,15	44,9	45,6	45,9
13.	42,8	43,9	44,7	45,45	46,0	46,2
18.	42,95	44,15	45,0	45,7	46,15	46,5
23.	43,1	44,35	45,3	45,9	46,3	46,6
28.	43,4	44,5	45,35	45,95	46,35	46,7
33.	43,7	44,65	45,4	46,05	46,45	46,8
38.	43,8	44,75	45,6	46,2	46,6	46,9
43.	43,9	44,95	45,85	46,4	46,75	47,05
48.	44,0	45,05	45,85	46,5	46,85	47,2

Taf. 2.

Nr.	l	l′	l″	l‴	l⁗	l′′′′′
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3.	14,5	15,45	16,1			
8.	16,75	18,45	20,2	22,1	24,25	27,2
13.	19,0	21,4	24,0	27,55	30,9	33,25
18.	20,6	24,4	29,3	33,35	36,95	39,3
23.	22,2	26,5	33,3	37,15	39,9	41,05
28.	23,1	29,65	35,85	39,25	41,5	42,8
33.	24,0	32,4	38,15	41,0	42,9	43,90
38.	25,0	34,4	39,6	42,15	44,1	45,0
43.	26,0	36,55	41,2	43,3	44,65	45,45
48.	26,75	37,6	41,8	44,55	44,15	45,9

Betrachten wir zunächst die Längenwerthe des unthätigen Muskels in Taf. 1., so erhält man, wenn man die Länge desselben bei 5 Gr. Belastung von der, welche ihm bei 10 Gr. Belastung zukommt, abzieht, die Verlängerung, die er unter diesen Verhältnissen durch eine Vermehrung der Belastung um 5 Gr. erfuhr. Dividirt man diese Verlängerung durch das Mittel der Länge bei 5 und 10 Gr. Belastung, so erhält man die Verlängerung in Theilen der mittleren Länge des Muskels ausgedrückt, und dividirt man nach-

mals durch 5, so erhält man die Verlängerung des Muskels für 1 Gr. Belastungszunahme oder das Maß seiner Ausdehnbarkeit unter diesen Verhältnissen. Da wir die Länge des unthätigen Muskels bei der Belastung von

5 Gr.	10 Gr.	15 Gr.	20 Gr.	25 Gr.	30 Gr.
L	L'	L''	L'''	L''''	L'''''

nennen, so ist

$$\tfrac{2}{5}\,\frac{L'-L}{L'+L},\quad \tfrac{2}{5}\,\frac{L''-L'}{L''+L'},\quad \tfrac{2}{5}\,\frac{L'''-L''}{L'''+L''},\quad \tfrac{2}{5}\,\frac{L''''-L'''}{L''''+L'''},\quad \tfrac{2}{5}\,\frac{L'''''-L''''}{L'''''+L''''}$$

= der Ausdehnung, welche der unthätige Muskel bei einer Belastung von 7,5 Gr., 12,5 Gr., 17,5 Gr., 22,5 Gr., 27,5 Gr. durch Vermehrung der respectiven Belastung um 1 Gr. erfuhr, in Theilen seiner Länge ausgedrückt, d. h. das Maß der Ausdehnbarkeit, die er bei diesen verschiedenen Graden der Belastung besaß. Substituirt man nun die in Taf. 1. für L, L', L'' u. s. w. gefundenen Werthe, so erhält man die Maße der Ausdehnbarkeit des in Unthätigkeit befindlichen Muskels C, welche den verschiedenen Graden seiner Belastung und Ermüdung entsprechen, wie folgt:

Nr.	gr 7,5	gr 12,5	gr 17,5	gr 22,5	gr 27,5
3.	0,00695	0,00304			
8.	0,00634	0,00412	0,00337	0,00309	0,00131
13.	0,00508	0,00361	0,00333	0,00241	0,00087
18.	0,00551	0,00381	0,00309	0,00196	0,00151
23.	0,00572	0,00424	0,00263	0,00174	0,00129
28.	0,00501	0,00378	0,00263	0,00173	0,00151
33.	0,00430	0,00333	0,00284	0,00173	0,00150
38.	0,00429	0,00376	0,00262	0,00172	0,00128
43.	0,00473	0,00396	0,00239	0,00150	0,00128
48.	0,00472	0,00352	0,00282	0,00150	0,00149
Mittel . .	0,00525	0,00372	0,00255	0,00174	0,00120

Abgesehen davon, daß die Ausdehnbarkeit des unthätigen Muskels bei größerer Belastung geringer wird, was wir schon aus früheren Versuchen wissen, ergiebt sich aus diesen Messungen, daß die Ausdehnbarkeit des unthätigen Muskels durch Ermüdung in Folge häufiger Contractionen nicht sehr merklich abgeändert wird. Denn vergleicht man die unter einander stehenden Werthe derselben bei jeder Belastung mit einander, so findet man, daß dieselben nur wenig von einander und von dem unter der Tabelle stehenden Mittelwerthe abweichen.

Berechnet man nun entsprechend aus Taf. 2. das Maß der Ausdehnbarkeit des Muskels während des Zustandes der Thätigkeit, so ergiebt sich, daß nicht nur die Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels von der des unthätigen Muskels sich beträchtlich unterscheidet, sondern daß sie auch selbst in verschiedenen Ermüdungsgraden sehr verschieden ist und daher als eine mit der Ermüdung sehr veränderliche Größe erscheint. Da wir die Länge des thätigen Muskels bei der Belastung von

5 Gr., 10 Gr., 15 Gr., 20 Gr., 25 Gr., 30 Gr.
l l' l'' l''' l'''' l''''' nennen, so ist

$^2/_5 \frac{l'-l}{l'+l}$, $^2/_5 \frac{l''-l'}{l''+l'}$, $^2/_5 \frac{l'''-l''}{l'''+l''}$, $^2/_5 \frac{l''''-l'''}{l''''+l'''}$, $^2/_5 \frac{l'''''-l''''}{l'''''+l''''}$ = der

Ausdehnung, welche der thätige Muskel bei einer Belastung von 7,5 Gr., 12,5 Gr., 17,5 Gr, 22,5 Gr., 27,5 Gr. Belastung durch Vermehrung der respectiven Belastung um 1 Gr. erfuhr, in Theilen seiner Länge ausgedrückt, d. h. das Maß der Ausdehnbarkeit, die der thätige Muskel bei diesen verschiedenen Graden der Belastung besaß. Substituirt man nun die für l, l', l'' u. s. w. gefundenen Werthe in Taf. 2., so erhält man die Maße der Ausdehnbarkeit des in Thätigkeit befindlichen Muskels C, welche den verschiedenen Graden seiner Belastung und Ermüdung entsprechen, wie folgt:

Nr.	7,5 gr	12,5 gr	17,5 gr	22,5 gr	27,5 gr
3.	0,0127	0,0082			
8.	0,0193	0,0181	0,0180	0,0186	0,0229
13.	0,0238	0,0229	0,0276	0,0229	0,0147
18.	0,0338	0,0365	0,0259	0,0205	0,0123
23.	0,0353	0,0455	0,0219	0,0143	0,0057
28.	0,0497	0,0301	9,0181	0,0111	0,0062
33.	0,0596	0,0326	0,0144	0,0091	0,0046
38.	0,0633	0,0281	0,0125	0,0090	0,0040
43.	0,0675	0,0239	0,0099	0,0061	0,0036
48.	0,0674	0,0212	0,0127	0,0018	0,0078

Vergleicht man nun diese Werthe der Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels in dieser Tabelle genauer mit den entsprechenden Werthen der Ausdehnbarkeit desselben Muskels während seiner Unthätigkeit in der vorhergehenden Tabelle, so ergiebt sich, daß die Ausdehnbarkeit des Muskels im ersteren Zustande weit größer, als im letzteren ist. Im Anfange, wo der Muskel noch möglichst kräftig war, wurde der Muskel bei 7,5 Grammen Belastung durch Vermehrung der Belastung um 1 Gramm während der Unthätigkeit um 0,00695 seiner Länge, während der Thätigkeit aber um 0,0127 seiner Länge, also fast um das Doppelte ausgedehnt. Diese größere Ausdehnbarkeit des Muskels im Zustande der Thätigkeit ist sich aber bei fortgesetzter Thätigkeit nicht gleich geblieben, sondern immer noch größer geworden, so daß sie im vorletzten Gliede derselben Columne, welches dem Versuche Nr. 43. entspricht, bis auf 0,0675 gewachsen ist, und also, da die Ausdehnbarkeit des Muskels während desselben Versuches im unthätigen Zustande 0,00473 beträgt, über 14mal größer als letztere geworden ist. Im letzten Versuche, Nr. 48., dagegen ist bei 7,5 Grammen Belastung die Ausdehnbarkeit wieder kleiner geworden, was nicht zufällig ist, da in allen folgenden Columnen eine ähnliche Wiederabnahme, nur etwas früher, eintritt. Die Zunahme der Ausdehnbarkeit des thätigen Muskels in Folge der Ermüdung erreichte also

eine Grenze, jenseit welcher der Muskel wieder an Ausdehnbarkeit abnahm. Dieses Maximum der Ausdehnbarkeit trat bei verschiedenen Belastungen des Muskels um so früher ein, je größer die Belastung war: bei 7,5 Gr. Belastung war es in der Zeit des 43sten Versuches eingetreten, bei 12,5 Gr. zur Zeit des 23sten Versuches, bei 17,5 Gr. und 22,5 Gr. während des 13ten und bei 27,5 Gr. Belastung schon während des 8ten Versuches. Bei dieser größten Belastung nahm die Ausdehnbarkeit durch die Ermüdung gar nicht zu, sondern gleich von vornherein ab.

Das eigenthümliche Verhalten der Ausdehnbarkeit oder der ihr reciproken Elasticität des Muskels ist in vieler Beziehung höchst merkwürdig und wichtig. Es geht daraus hervor,

1) daß die Muskeln während ihrer Thätigkeit ausdehnsamer werden, oder daß ihre Elasticität kleiner wird. Die Muskeln werden also, indem sie sich contrahiren, bei sich gleichbleibender Spannung weicher, während man allgemein angenommen hat, daß sie härter werden, weil man sich durch die Erscheinungen der von äußeren Verhältnissen abhängigen Spannung hat täuschen lassen.

Das Factum, daß die der Extension proportionale elastische Kraft eines Muskels während seiner Thätigkeit kleiner ist, als während seiner Unthätigkeit, läßt sich noch auf einem ganz anderen Wege nachweisen, den ich hier kurz erwähnen will, weil er besonders geeiget ist, jeden Zweifel an der Richtigkeit jenes überraschenden Factums zu beseitigen und weil er zugleich derjenige ist, auf welchem jenes Factum bei Versuchen, welche ich mit meinen Brüdern gemeinschaftlich machte, zuerst entdeckt worden ist. Man kann nämlich einen aufgehängten und belasteten Muskel, indem er um sich selbst gedreht wird, in rotirende Schwingung versetzen und die Schwingungsdauer messen. Diese Schwingungsdauer hängt dann nach bekannten Gesetzen von der Elasticität ab, welche daraus bestimmt werden kann. Nun wurde, während der Muskel sich in Spannung befand, zuerst die Schwingungsdauer gemessen, als der Muskel noch unthätig war, sodann wurde während der Fortdauer der Schwingung der Muskel plötzlich in Thätigkeit versetzt und die Schwingungsdauer während dieser Thätigkeit von Neuem gemessen. Diese Messung ergab eine größere Schwingungsdauer als die frühere, was eine Abnahme der Elasticität beweis't, und zwar eine sehr große Abnahme, weil der Muskel sich etwas verkürzt hatte und zugleich etwas dicker geworden war, was ohne die gleichzeitige Elasticitätsverminderung eine nicht unbeträchtliche Verkürzung der Schwingungsdauer hätte zur Folge haben müssen.

Der Muskel erfährt also, wenn er in Thätigkeit tritt, außer der Verkürzung seiner natürlichen Form noch eine zweite wichtige Veränderung, nämlich eine Aenderung seiner Elasticität, deren Einfluß auf die Größe des Effectes, den der Muskel ausübt, kein geringerer, als der der Verkürzung selbst ist. Dieser Einfluß vermindert aber die Wirkung des Muskels: denn da die Elasticität des Muskels nicht größer, sondern kleiner wird, so übt der Muskel eine geringere Kraft aus, als er ausüben würde, wenn er ohne gleichzeitige Aenderung seines Elasticitätsmodulus sich verkürzte. Man hat die Kraft der thätigen Muskeln überraschend groß gefunden. Diese Größe kann aber keineswegs überraschen, wenn man die wirkliche Länge, welche sie hatten, während sie eine so große Kraft ausübten, mit der ihnen bei ihrer Thätigkeit zukommenden natürlichen Länge vergleicht. Betrachtet man die Größe der Kraft im Vergleiche zu dieser wirklich vorhandenen Abweichung

von der dem thätigen Muskel zukommenden (äußerst geringen) natürlichen Länge, von welcher sie abhängt, so müßte vielmehr die Kleinheit der Kraft überraschen, weil man für eine so große Abweichung von der natürlichen Form nach Maßstab des unthätigen Muskels eine noch viel größere Kraft hätte erwarten müssen.

2) Die Elasticität der thätigen Muskeln ist von sehr verschiedener und zugleich sehr veränderlicher Größe, was in ähnlichem Maße nicht von der Elasticität der unthätigen Muskeln gilt. Sehr verschieden groß ist die Elasticität bei verschiedenen Muskeln während ihrer Thätigkeit, aber sie ist auch bei einem und demselben Muskel äußerst veränderlich, indem sie bei fortgesetzter Thätigkeit immer noch kleiner wird. Die Differenz der Größe der Elasticität der Muskeln beim Wechsel des unthätigen und thätigen Zustandes variirt deßhalb sowohl bei verschiedenen Muskeln, als auch bei demselben Muskel in verschiedenen Zeiten weit mehr, als die Differenz ihrer natürlichen Form oder die Größe der Contraction, so daß der Unterschied der Kraft und des Nutzeffectes, den, nach unseren Versuchen, verschiedene Muskeln sowohl, als dieselben Muskeln in verschiedenen Zeiten auszuüben vermögen, weit mehr von der Aenderung ihrer Elasticität, als von der ihrer Contraction abhängt. Die Kraft des thätigen Muskels, welche von dessen Entfernung aus seiner natürlichen Form und zugleich von seiner Elasticität abhängt, kann durch Verminderung der letzteren bei länger fortgesetzter Thätigkeit so abnehmen, daß derselbe nicht einmal ein Gewicht tragen kann, das er im unthätigen Zustande trägt, ungeachtet hier seine natürliche Länge nicht vermindert ist, so daß er durch dasselbe weiter ausgedehnt wird und daher statt sich zu verkürzen, sich vielmehr verlängert und sich verkürzt, wenn er unthätig wird (s. S. 98). Es läßt sich sogar mit obigen Versuchen sehr wohl die Annahme vereinigen, daß die bei eingetretener Thätigkeit des Muskels verminderte natürliche Länge desselben auch bei fortgesetzter Thätigkeit gar nicht geändert werde, daß vielmehr die bei fortgesetzter Thätigkeit wahrgenommene Ermüdung wesentlich bloß in einer Elasticitätsverminderung bestehe und mit der in obigen Versuchen gleichzeitig beobachteten Verminderung der Contraction gar nichts zu thun habe. Man muß nämlich das Absterben des Muskels von der bloßen Ermüdung unterscheiden: denn das allmälige Absterben hat allerdings, obigen Versuchen gemäß, die Verminderung jener mit der Muskelthätigkeit eingetretenen Verkürzung der natürlichen Länge zur Folge, was übrigens sich von selbst versteht, weil bei einem abgestorbenen Muskel überhaupt von Thätigkeit nicht mehr die Rede sein kann. Die geringe Elasticität der unthätigen Muskeln am lebenden Körper und die mit der Thätigkeit eintretende und mit der Ermüdung noch weiter fortschreitende Abnahme dieser geringen Elasticität ist dagegen eine allgemeine Lebenserscheinung, welche sowohl während der Thätigkeit als während der Unthätigkeit, nur mehr oder weniger, stattfindet: denn die Elasticität des ganz abgestorbenen Muskels ist, abgesehen davon, daß sie unvollkommener [1]) als die des lebenden Muskels ist, größer, als die des lebenden Muskels; der todte Muskel ist steifer und unausdehnsamer, als der lebende Muskel, oder er widersetzt sich der Ausdehnung mit größerer Kraft, während der lebende Muskel im Gegentheile beugsamer ist und mit geringer Kraft sich ausdehnen läßt, sowie der thätige Muskel wiederum

---

[1]) Der todte Muskel kehrt, wenn er ausgedehnt wird, nicht vollkommen zu seiner natürlichen Form zurück (siehe Seite 109).

beugsamer und ausdehnsamer als der unthätige Muskel ist. Stirbt endlich, wie bei unseren obigen Versuchen, ein Muskel bei fortgesetzter Thätigkeit allmälig ab, so ist eine doppelte Einwirkung auf die Elasticität zu unterscheiden, nämlich eine der Ermüdung entsprechende Abnahme und eine dem Absterben entsprechende Zunahme derselben, wovon anfangs die erstere, später die letztere vorherrscht. Daraus erklärt sich die merkwürdige Erscheinung, daß die Elasticität des thätigen Muskels in unseren Versuchen im ersteren Theile jener Reihe immer zunahm, nämlich durch die zunehmende Ermüdung des Muskels, im letzteren dagegen wieder abnahm, nämlich in Folge seines allmälig eintretenden Todes.

Die Veränderung, welche die Muskeln beim Uebergange von der Unthätigkeit zur Thätigkeit durch den Einfluß des Lebens erfahren, besteht daher in einer Aenderung ihres Aggregatzustandes. Der Einfluß des Lebens auf den festen Muskel ist ein ähnlicher, wie der Einfluß der Wärme auf alle festen Körper, und ist nur viel größer. Jener Einfluß des Lebens besteht nämlich in einer Abnahme der Länge und Zunahme der Dicke des Muskels, wenn äußere Kräfte es nicht verhindern, und zugleich in einer Verminderung seiner Elasticität, während der Einfluß der Wärme zwar auch in einer Verminderung der Elasticität, verbunden aber mit einer Vergrößerung aller seiner Dimensionen besteht, wenn sie nicht durch äußere Kräfte gehindert wird. Diese doppelte Weise, in welcher der Einfluß des Lebens auf die Muskeln, gleichwie der Einfluß der Wärme auf alle feste Körper hervortritt, nämlich durch Aenderung der natürlichen Form und durch Aenderung der Elasticität, muß ihren gemeinschaftlichen nächsten Grund in einer eintretenden eigenthümlichen Modification des inneren Gefüges oder des Aggregatzustandes haben, in welchem die kleinsten Theile des festen Körpers einander in Gleichgewicht halten. Worin nun aber diese kleinen Modificationen des Aggregatzustandes fester Körper selbst wieder bestehen und wie dieselben hervorgebracht werden können, und durch welche Vermittelung insbesondere der von den Nerven ausgehende Einfluß gleichmäßig auf alle Muskeltheilchen ausgedehnt werde, läßt sich gegenwärtig bei der noch nicht genau erforschten Mechanik der Aggregatzustände und ihrer Modificationen, einer näheren Untersuchung nicht unterwerfen. Wollte man auch annehmen, daß es ein galvanischer oder chemischer Proceß sei, welcher von den Nerven ausginge und sich über alle Theilchen des Muskels gleichmäßig verbreitete, so würde man doch keine nähere Bestimmungen dafür geben können, weder solche, durch welche die Stärke und Beschaffenheit des Processes selbst bestimmt, noch auch solche, durch welche die wahrgenommenen Wirkungen (Form- und Elasticitätsänderung) eine klare und bestimmte Erklärung fänden. In letzterer Beziehung verhält es sich wie mit der Wärme, wo die von ihr hervorgebrachten Form- und Elasticitätsänderungen zwar ebenfalls als Factum unzweifelhaft feststehen, eine klare und bestimmte Erklärung aber, wie die Wärme solche Wirkungen hervorbringen müsse, mangelt.

Resultate.

Die hauptsächlichsten Ergebnisse der in diesem Artikel mitgetheilten Untersuchungen kann man in folgenden Sätzen zusammenfassen.

1) Eine gleichmäßig fortdauernde Einwirkung auf die Nerven und Muskeln, z. B. die des Stromes einer galvanischen Säule, versetzt die Nerven nicht in eine fortdauernde Reizung und die Muskeln nicht in eine fortdauernde Contraction, sondern erzeugt zu Anfange und am Ende nur eine momentane Reizung und Contraction der Nerven und Muskeln [1]). Discontinuirliche oder ungleichmäßige äußerst rasch wechselnde Einwirkungen auf die Nerven und Muskeln erzeugen eine fortdauernde Reizung der Nerven und Contraction der Muskeln, indem die einzelnen Contractionen sich unmittelbar an einander schließen und in einander übergehen. Diesem Principe gemäß habe ich in dem discontinuirlichen Strome des magnetischen Rotationsapparates ein Mittel gefunden, die Nerven in continuirliche Reizung und die Muskeln in continuirliche Contraction zu versetzen, und dadurch einen neuen Weg zur Untersuchung der Muskelthätigkeit und der Functionen, welche die Nerven dabei haben, gebahnt (Seite 11 und 12) [2]).

2) Die Spinalnerven setzen, wenn sie continuirlich (durch den Rotationsapparat) gereizt werden, die animalischen Muskeln, zu denen sie gehen, augenblicklich in fortdauernde Contraction, die, wenn der Muskel nicht erschöpft wird, so lange dauert, als die Reizung der Nerven, aber gleich verschwindet, wenn die Reizung aufhört (Seite 12 und 13).

3) Das Rückenmark unterscheidet sich von den Nerven dadurch, erstens, daß es, nachdem die Reizung aufgehört hat, selbstständig die Thätigkeit der Nerven und dadurch die Contraction der Muskeln fortwährend noch längere Zeit unterhalten kann (Seite 15); zweitens, daß es, wenn es unterhalb an einer Stelle gereizt wird, auch Muskeln in Contraction versetzt, deren Nerven oberhalb von ihm entspringen, und endlich, daß im letzteren Falle der Krampf jener Muskeln nicht augenblicklich, sondern erst nach einiger Zeit eintritt (Seite 14).

4) Continuirliche Reizung der Vierhügel erzeugt klonische Krämpfe oder discontinuirliche Contractionen der Muskeln, während die des Rückenmarkes und derjenigen Hirntheile, von denen die motorischen Nerven entspringen, tonische Krämpfe oder continuirliche Contractionen der Muskeln veranlassen (Seite 16).

5) Continuirliche Reizung von Empfindungsnerven erzeugt nur vorübergehende Contractionen oder Reflexbewegungen der Muskeln, welche nicht augenblicklich mit der Reizung eintreten und, ungeachtet die

---

[1]) Volta sagt schon 1792 in einem Briefe an Aldini, Collezione dell' Opere del Cav. Conte Al. Volta etc. Firenze 1816. t. II. p. I. p. 180: »Col continuo contatto de' due metalli giungono al sommo le convulsioni spasmodiche et presentano uno de' più forti tetani, se rimanendo un solo metallo constantamente applicato al nervo, l'altro si stacca a brevi istanti, et ritorna a toccare e cio più volte di seguito con qualche celerità.« Auf diese Stelle hat mich kürzlich Herr Dr. Dubois in Berlin aufmerksam gemacht, welcher nächstens »Untersuchungen im Gebiete der chemischen Elektricität, ein Beitrag zur organischen Physik«, herausgeben wird.

[2]) Es sind während des verzögerten Erscheinens dieses Artikels von Volkmann in diesem Wörterbuche, im Artikel »Nervenphysiologie« Untersuchungen bekannt gemacht worden, welche auf dieser Untersuchungsmethode beruhen, was daher kommt, daß ich demselben im Laufe der Untersuchung einige Resultate mitgetheilt habe, wodurch ihm auch die Methode der Untersuchung bekannt geworden ist, wie er selbst anzuführen nicht unterlassen hat. Der öffentliche Gebrauch einer solchen Privatmittheilung vor dem Erscheinen meiner eigenen Abhandlung ist wohl nur dadurch herbeigeführt worden, daß der Volkmann'sche Artikel, welcher der Reihe nach dem meinigen in dem Wörterbuche nachfolgen sollte, bei der Verzögerung des letzteren früher gedruckt worden ist.

Reizung gleichmäßig fortdauert, wieder verschwinden und wiederkehren (Seite 18).

6) Die Eintheilung der Muskeln in animalische und organische Muskeln kann nicht auf den vorhandenen oder mangelnden Einfluß des Willens gegründet werden, weil viele Organe, auf welche der Wille keinen Einfluß ausübt, bei einigen Thieren Muskeln besitzen, die sich in Form und Bewegung wie animalische verhalten, ungeachtet man keinen Grund hat anzunehmen, daß sie bei denselben dem Willen unterworfen seien; die Eintheilung der Muskeln muß vielmehr auf das verschiedene Verhältniß beiderlei Muskeln zu ihren Nerven gegründet werden. Die animalischen Muskeln contrahiren sich nämlich in demselben Augenblicke, wo sie oder ihre Nerven gereizt werden, verharren in Contraction, so lange die Reizung der Nerven unterhalten wird, und extendiren sich gleich wieder, wenn die Reizung der Nerven aufhört, während bei den organischen Muskeln, wenn sie oder ihre Nerven gereizt werden, eine meßbare Zeit vergeht, ehe die Zusammenziehung erfolgt, die dann aber, auch nachdem die Reizung aufgehört hat, fortdauert und allmälig noch andere Bündel ergreifen kann (Seite 3 und Seite 22).

7) Diesem Eintheilungsprincipe entspricht der verschiedene anatomische Bau der Muskelfasern bei den Wirbelthieren. Alle Muskeln mit ungestreiften Fasern haben organische Bewegung, alle Muskeln mit gestreiften Fasern haben animalische Bewegung; nur das Herz ist ausgenommen, welches bei organischer Bewegung gestreifte Muskelfasern besitzt. Die Muskelfasern des Herzens unterscheiden sich aber übrigens, abgesehen von den Querstreifen, beträchtlich von den Fasern der animalischen Muskeln. Sowie nun das Herz sich in der Form seiner Muskelfasern den animalischen Muskeln nähert, so nähert es sich auch denselben in der Art seiner Bewegungen, welche, wie die der animalischen Muskeln rasch und energisch sind (Seite 35).

8) Der Magen und Darmcanal der Schleihe, welche gestreifte Muskelfasern besitzen, haben auch animalische Bewegung (Seite 28).

9) Die Speiseröhre, deren Muskelfasern bei den Nagethieren gestreift, bei den Vögeln ungestreift sind, hat bei ersteren animalische, bei letzteren organische Bewegung; bei den Hunden und Katzen, wo sie theils gestreifte, theils ungestreifte Muskelfasern hat, ist dem entsprechend auch ihre Bewegung theils animalisch, theils organisch (Seite 30 und 31).

10) Die Iris, deren Muskelfasern bei den Säugethieren ungestreift, bei den Vögeln gestreift sind, hat bei ersteren organische, bei letzteren animalische Bewegung (Seite 31 bis 34).

11) Die Iris der Vögel hat nur Ringfasern, welche die Pupille verengen. Bei den Säugethieren, wo die Pupille durch Contraction der Muskelfasern der Iris sowohl erweitert als verengt werden kann, hat sie theils strahlige, theils ringförmige Muskelfasern (Seite 33).

12) Durch ausschließliche Reizung des Bulbus aortae oder des Herzventrikels wird die Herzthätigkeit gesteigert, nämlich die Zahl der Herzschläge vermehrt oder sogar die afficirte Stelle in Starrkrampf versetzt. Durch Reizung der pulsirenden Eintrittsstelle der Vena cava wird die Herzthätigkeit herabgesetzt, nämlich die Zahl der Herzschläge vermindert oder das Herz in Stillstand und Erschlaffung versetzt (Seite 35 bis 37).

13) Strychnin in Auflösung in das blutleere pulsirende Herz gebracht,

versetzt das Herz in Starrkrampf, sowie die animalischen Muskeln in Starrkrampf versetzt werden, wenn es das Rückenmark afficirt (Seite 38).

14) Durch gleichzeitige Reizung beider Nervi vagi oder der Medulla oblongata wird die Bewegung des Herzens verlangsamt oder völlig zum Stillstand gebracht; das Herz befindet sich hierbei in völliger Erschlaffung, so daß es durch das eindringende Blut ausgedehnt wird (Seite 42 bis 47) [1]. Durch Reizung der sympathischen Nervengeflechte an der Ursprungsstelle der Aorta werden die Herzbewegungen vermindert (Seite 48).

15) Durch Reizung der Nervi vagi mittelst des Rotationsapparates werden die Muskeln des Magens und durch gleiche Reizung des Plexus coeliacus und der Geflechte längs der Aorta die Muskeln der Gedärme auf völlig unzweideutige Weise in Bewegung gesetzt (Seite 48 bis 51).

16) Die Verkürzung der Muskeln beim Uebergange von der Unthätigkeit zur Thätigkeit geschieht nicht durch Beugung der Muskelfasern, sondern durch geradlinige Verkürzung derselben, indem sie gleichmäßig und proportional dicker werden. Die von Prevost und Dumas, Lauth und Bowman gegebenen Erklärungen sind unhaltbar (Seite 54 bis 67).

17) Die Zickzackbeugung ist eine Erscheinung, welche nur eintritt, wenn völlig ungespannte Muskeln aus der Contraction zur Unthätigkeit zurückkehren und ist daher keine Erscheinung der Contraction, sondern vielmehr der Extension des ungespannten Muskels (Seite 62).

18) Die Muskelfasern contrahiren sich gleichförmig in allen ihren Theilen, so weit diese durch das Mikroskop unterschieden werden können; eine ungleichförmige Contraction, wie sie stattfinden müßte, wenn (nach Bowman) die Verkürzung das Resultat der Gestaltänderung der einzelnen Scheiben oder Disci wäre, aus welchen Bowman ohne hinreichenden Grund die Muskelfasern wirklich zusammengesetzt betrachtet, bestätigt sich nicht (Seite 57 bis 66).

19) Die Muskelfasern contrahiren sich gleichzeitig in allen ihren Theilen. Die Contraction erzeugt daher keine, längs der Muskelfasern oder Bündel fortlaufende Wellenbewegung. Die von Bowman beobachtete Verkürzung und Verdickung abgeschnittener Muskelfasern, wenn sie mit Wasser befeuchtet werden, welche von den verletzten Enden gegen die Mitte der Faser fortschreitet, entsteht durch Aufnahme von Wasser an den verletzten Enden. Die von Ficinus und Anderen behauptete Fortbewegung wellenförmiger Beugungen längs der Muskelbündel findet bei gespannten Muskeln nicht Statt; wenn aber verschiedene neben einander liegende Muskelfasern oder Muskelbündel sich nicht gleichzeitig contrahiren, so können die Beugungen der nicht contrahirten Fasern und Bündel vermöge der Verschiebung, die sie erleiden, den Anschein einer solchen Bewegung erregen (Seite 65).

---

[1]) Budge hat mit Hilfe des Rotationsapparates, dessen Gebrauch zu Untersuchungen der Nerven- und Muskelthätigkeit er durch die erwähnte Mittheilung von Volkmann kennen gelernt hat, einige Beobachtungen über den Einfluß des Vagus auf die Herzbewegungen gemacht und dieselben in Froriep's Notizen, Mai 1846, als seine Entdeckungen bekannt gemacht. Die Ergebnisse unserer Versuche über den Einfluß des Nerv. vagus und der Medulla oblongata auf das Herz sind aber von meinem Bruder Ernst Heinrich schon bei der Versammlung der Naturforscher in Neapel, im September 1845, mitgetheilt im November dieses Jahres in Omodei Anali universali di medicina gedruckt worden und von da in die Archives d'Anatomie générale et de Physiologie par Mandl, Januar 1846, welche den Archives générales de Médecine beigegeben werden, übergegangen.

20) Die Verdichtung, welche die Muskeln nach Erman während ihrer Contraction erfahren, findet nach meinen Versuchen wirklich Statt. Sie ist aber, wie schon Erman dargethan hat, so außerordentlich gering, daß daraus kein wahrnehmbarer Theil der Verkürzung abgeleitet werden kann (Seite 52).

21) Die Größe der Verkürzung der Muskeln beträgt nicht, wie Prevost und Dumas und Andere angegeben haben, $1/4$ der Länge der Fasern, sondern bei Muskeln ohne Auswahl im Mittel wenigstens $3/4$ oder 73 Procent, bei kräftigen Muskeln aber bis $5/6$ oder 85 Procent der Länge der Fasern und darüber (Seite 83).

22) Die Größe der Muskelkraft wurde bei Froschmuskeln, die aus dem lebenden Körper herausgeschnitten waren und durch den heftigen Reiz des Rotationsapparates in Thätigkeit gesetzt wurden, = 692,2 Grammen (der Querschnitt des Muskels gleich 1 Quadratcentimeter gesetzt) gefunden, d. h. ein Froschmuskel von 1 Quadratcentimeter Querschnitt übt eine Kraft aus, der 692,2 Grammen das Gleichgewicht halten. Die Kraft der Muskeln eines lebenden Menschen, wenn sie durch den Willen in Thätigkeit gesetzt wurden, war = 1087 Grammen für jedes Bündel, das 1 Quadratcentimeter dick ist (Seite 84).

23) Der Nutzeffect, welcher sowohl von der Größe der Contraction, als von der Kraft, mit der sie geschieht, abhängt, ist bei verschiedenen Muskeln sehr verschieden groß. Er ist nur bei einer bestimmten Belastung am größten und wird geringer, bei kleinerer wie bei größerer Belastung. Der größte Nutzeffect wurde von Froschmuskeln im Mittel ausgeübt, wenn jedes 1 Quadratcentimeter dicke Bündel mit 450 Grammen belastet war, welches Gewicht von ihnen um 0,401 ihrer Länge gehoben wurde; die Muskeln hoben in diesem Falle im Mittel das 93fache ihres eigenen Gewichtes 15 Millimeter hoch. Die Belastung, bei welcher ein Muskel den größten Effect ausübt, wird aber um so kleiner, je mehr der Muskel ermüdet (Seite 93.)

24) Man darf die Größe der Muskelkraft nicht darnach schätzen, um den wievielsten Theil seiner Länge sich der Muskel unter übrigens gleichen Umständen verkürzt, denn die Fähigkeit eines Muskels, größere oder kleinere Gewichte zu heben, und die, wenn er nicht belastet ist, sich mehr oder weniger zu verkürzen, stehen in keiner Proportion weder bei verschiedenen Muskeln, noch bei einem und demselben Muskel zu verschiedenen Zeiten, wo er mehr oder weniger ermüdet ist (Seite 99).

25) Ermüdete Muskeln verkürzen sich bei größerer Belastung verhältnißmäßig weit weniger, als bei geringer Belastung. Es kann sogar der Fall eintreten, daß sehr ermüdete Muskeln, welche sich bei geringer Belastung beträchtlich verkürzen, bei größerer Belastung sich, während sie gereizt werden, verlängern, und umgekehrt sich verkürzen, wenn die Reizung aufhört (Seite 97).

26) Die Ursache, daß verschiedene Muskeln auch bei gleichen Dimensionen, und daß auch derselbe Muskel in verschiedenen Zeiten oder Ermüdungszuständen sehr verschieden große Kraft ausüben, liegt weniger im Größenunterschiede der Contraction der Muskeln, als im Größenunterschiede der Elasticität der contrahirten Muskeln, von welcher die Kraft ebensowohl, wie von der Contraction abhängt (Seite 116).

27) Die Thätigkeit des Muskels besteht nämlich nicht nur in einer Aenderung seiner (natürlichen) Form, die sich verkürzt, sondern auch in einer Aenderung seiner Elasticität, die sich vermindert (Seite 110).

28) Weil die Elasticität des Muskels sich beim Uebergange zur Thätigkeit beträchtlich vermindert, übt ein Muskel durch seine Verkürzung eine weit geringere Kraft aus, als er ausüben würde, wenn seine Elasticität unverändert dieselbe wie im unthätigen Zustande bliebe (Seite 115).

29) Die Elasticität des thätigen Muskels ist sehr veränderlich: sie vermindert sich bei Fortsetzung der Thätigkeit immer weiter. Diese fortschreitende Abnahme der Elasticität bei fortgesetzter Thätigkeit ist die Ursache der Erscheinungen der Ermüdung und der großen Kraftlosigkeit, welche die Muskeln während derselben zeigen (Seite 116).

30) Die Elasticität des todten Muskels ist unvollkommener, als die des lebenden Muskels, d. h. der todte Muskel kehrt, nachdem er ausgedehnt worden ist, nicht vollkommen zu seiner natürlichen Form zurück, wie es der lebende Muskel thut und zerreißt daher auch leichter als dieser. Die Elasticität des todten Muskels ist aber auch größer, als die des lebenden Muskels, oder mit anderen Worten, der todte Muskel ist unausdehnbarer, steifer und unbeugsamer, sowie der lebende unthätige Muskel unausdehnsamer, steifer und unbeugsamer als der thätige Muskel ist (Seite 116).

31) Die Erscheinungen der Ermüdung der Muskeln sind daher von den Erscheinungen des Absterbens der Muskeln wohl zu unterscheiden. Die Verminderung der Elasticität ist eine Lebenserscheinung, welche unter dem Einflusse der Nerven beim Eintritte und der Fortdauer der Thätigkeit der Muskeln stattfindet. Beim allmäligen Absterben der Muskeln vermehrt sich die Elasticität des Muskels, oder der Muskel leistet der Ausdehnung zunehmend größeren Widerstand (Seite 116).

32) Man darf daher die Vergrößerung der vorhandenen Spannung der Muskeln, welche durch die Zunahme der Elasticität bei Eintritt des Todes entsteht und Todtenstarre (Rigor mortis) genannt wird, nicht mit der Vergrößerung der Spannung der Muskeln verwechseln, welche unter dem Einflusse des Lebens während der Thätigkeit der Muskeln durch die Verkürzung derselben entsteht, ungeachtet zugleich die Elasticität vermindert ist (Seite 116).

Eduard Weber.

Zu Seite 93 ist zu bemerken, daß die dort angegebenen Zahlen:
1488, 3050, 4670, 6333, 8039, 9710 mit folgenden Zahlen
148,8, 305,0, 467,0, 633,3, 803,9, 971,0 zu vertauschen sind.
Seite 94, Zeile 12 lies ermüdet statt unermüdet.

Ueber den Einfluß der Physiologie auf die gerichtliche Medicin.

Nach dem Namen der gerichtlichen Arzneikunde (Medicina forensis, Médecine légale) möchte man annehmen, daß dieselbe nur Anwendungen ärztlicher Kenntnisse zu forensischen Zwecken enthielte. Es scheint auch ganz natürlich, daß dort, wo es nicht eigentlich Gerichtsärzte giebt, der Anspruch an den Arzt, welcher in seiner Eigenschaft als Sachverständiger vom Gerichte befragt wird, sich im Allgemeinen auf eine solche anderweitige Verwendung seiner, schon als Arzt ihm nöthigen, Kenntnisse beschränken müßte. Dessenungeachtet hat die Wichtigkeit und das häufige Vorkommen mancher Fragen der Rechtspflege, deren Beantwortung nicht aus der rein medicinischen Wissenschaft zu entnehmen ist, eine besondere Vorbereitung der Aerzte für dergleichen Fälle auch da zum fühlbaren Bedürfnisse gemacht, wo die Aerzte nur nach freier Wahl des Richters befragt werden und dieselben ihre Depositionen vor Gericht nicht in Folge einer dauernden officiellen Stellung, sondern nur als Erfüllung einer allgemeinen Pflicht des Staatsbürgers abgeben [1]). Dringendere und entschiedener ausgesprochene Nothwendigkeit ist eine eigene Ausbildung in der gerichtlichen Medicin da, wo sich der Staat vorzugsweise besonderer medicinischer Behörden, Physikate, Collegien u. s. w. bedient, um in zweifelhaften Fällen dem Richter Auskunft zu ertheilen. Der Gerichtsarzt soll nicht bloß das von den medicinischen Hilfswissenschaften kennen, was sich zum Heilgeschäfte bezieht, was zur Einsicht in die Natur des Organismus und des gesunden und kranken Zustandes im Allgemeinen, sowie zur Erkenntniß und Heilung der einzelnen Krankheiten führt, sondern es soll ihm der Inhalt der Hilfswissenschaften in solcher Breite zu eigen geworden sein, daß er auch im Stande ist, die sämmtlichen Anwendungen aus denselben zu machen, welche für den Gesetzgeber, Richter, Anwalt u. s. w. von reellem Interesse sein können. Diesem höchsten Anspruche an den Gerichtsarzt kann freilich auf einem kürzeren Wege annähernd genügt werden, indem, namentlich in Deutschland schon seit lange, bedeutende Arbeiten auf die Zusammenstellung derjenigen Notizen aus den medicinischen Hilfswissenschaften verwandt worden sind, welche eine solche Anwendung gestatten, während sie für die praktische Medicin gleichgiltig sein können: es werden dem Arzte sowohl Material als Schlußfolgerungen für den forensischen Gebrauch in den Handbüchern der Medicina forensis vorgelegt. So wichtig es

---

1) Taylor (Manual of medical Jurisprudence. Lond. 1844. Preface. p. IV.) erklärt die med. jurisprud. als »science, which teaches the application of every branch of medical knowledge to the purposes of the law« und leitet die Verpflichtung der Aerzte, sich mit dieser Wissenschaft bekannt zu machen, daraus ab 1. »that the subjects of wich it treats are of practical inportance to society.« 2. »that they are not included in the other branches of a medical education.«

aber ist, daß durch solche Schriften die Medicina for. den Charakter einer Disciplin angenommen hat, so sehr diese Schriften dem Arzte die eventuellen gerichtsärztlichen Functionen erleichtern, so können sie dennoch nicht seine letzte Instanz bilden, sondern es ist ein zwar bedeutender, jedoch nicht unbilliger Anspruch, daß der einzelne Arzt mit den Hilfswissenschaften hinreichend bekannt sei, um eine Kritik dessen zu unternehmen, was ihm die Lehrbücher der Gerichtsarzneikunde darbieten. Enthält z. B. ein übrigens sehr anerkanntes Buch in einzelnen Beziehungen solche gerichtlich-medicinische Lehren, welche mit dem jetzigen Zustande der Physiologie sich entschieden nicht mehr vertragen, so ist der Arzt, welcher sich auf eine solche Autorität beruft, nicht mehr zu entschuldigen, als ein anderer, welcher einen Kranken nach therapeutischen Grundsätzen behandelt, für welche sich zwar Autoritäten anführen lassen, welche aber dessenungeachtet durch die Fortschritte der medicinischen Hilfswissenschaften als unhaltbar sich dargestellt haben.

Aber die Fähigkeit eines jeden Individuums, die Fortschritte seiner Zeit zu verfolgen, bleibt doch im Ganzen immer in zu engen Schranken, und es muß der Physiologe, der Chemiker u. s. w., insoweit ihm die Kenntniß der Bedürfnisse des Arztes, des Gerichtsarztes nicht abgeht, diesen auch entgegenkommen, und so viel er vermag, auf die Rückwirkungen hindeuten, welche von neuen Erwerbnissen der Wissenschaft aus auf die Praxis geschehen müssen.

Diese Betrachtung ist es, aus welcher der folgende Aufsatz seinen Inhalt herleitet. Es ist nicht die Absicht des Verfassers, die sämmtlichen Beziehungen der Physiologie auf die Med. for. darzustellen. Das wäre ein nicht bloß sehr schwieriges, sondern, was entscheidend ist, ein sehr undankbares Geschäft. Schon der eine wichtige Theil der Med. for., die Lehre von der Beurtheilung der Verletzungen, knüpft sich an so unzähligen Punkten an die Lehre von den Verrichtungen der Theile, welche verletzt werden, an, daß man bei einiger Erfindung leicht fast jeden physiologischen Lehrsatz in einer solchen Beziehung sich vorstellen kann. So hängt die nächste Folge einer Verletzung u. a. davon ab, welcher Art die Function des verletzten Theiles ist. Die Verletzung einer Arterie zu beurtheilen, erfordert Kenntniß ihrer Functionseigenthümlichkeiten, der Nothwendigkeit der Blutbewegung, der Folgen der aufhörenden Bewegung und des geminderten Druckes auf das Gehirn, der Contractilität der Arterien, der Gerinnbarkeit des Blutes und der Umstände, welche die Gerinnung begünstigen, der Anastomosen der Arterien und der Wirkung, welche dieselben haben, sowohl auf die Blutung, als auch auf den Collateralkreislauf. Die Beurtheilung einer Nervenverletzung setzt sowohl die Kenntniß von der Function des verletzten Nerven, als auch vom Baue der Nerven im Allgemeinen voraus. Durch die Kenntnisse über die Nerven sind z. B. die Vorstellungen von directem Vicariiren eines Nerven für einen anderen beseitigt [1]). — Leicht kann man auch zahlreiche Beispiele anführen, wie die Physiologie auf das Urtheil über das Vorhandensein krankhafter Zustände einwirkt, welche vorgeschützt oder in Abrede gestellt werden. Auch hier erinnert man sich wohl mit Recht besonders der großen Fortschritte der Nervenphysiologie. Die Erkenntnisse über die Functionen des Rücken-

---

[1]) Durch den Ausdruck »directes Vicariiren« wollte ich andeuten, daß ohne Zweifel eine gewisse Art von Vicariiren möglich ist, welche man indirect nennen könnte. Sind die Nerven einer Muskelpartie durchschnitten und diese Muskeln gelähmt, so kann unter Umständen doch dieselbe Bewegung wie früher oder eine von ähnlichem Effecte noch bewirkt werden durch Anstrengung a n d e r e r M u s k e l n.

markes (nicht mehr bloß summus corporis nervus), die Gesetze der Reflex-thätigkeit, die Unterscheidung der sensibeln und motorischen Fasern sind in sehr vielen Fällen von der entscheidendsten Wichtigkeit. — Nur der Arzt von solider physiologischer Bildung ist auch im Stande, manchen betrüglichen Vorspiegelungen von Zuständen, welche genau betrachtet, in sich unmöglich sind, eine feste Ueberzeugung entgegenzusetzen. Es kommt immer von Zeit zu Zeit vor, daß hier oder dort betrügerische Menschen, namentlich Frauenzimmer, auf die absurdesten Erfindungen gerathen, um sich zum Gegenstande der Aufmerksamkeit zu machen. Welche unangenehme Lage ist es aber für einen Arzt, wenn er sich zum Opfer von dergleichen Albernheiten hat machen lassen! Wer die chemischen Processe im Organismus, die Ernährung, Ausscheidung u. s. w. kennt, wem die verschiedenen Bedingungen der Steigerung und Minderung dieser Processe, durch Thätigkeit und Ruhe, die höchste mögliche Beschränkung im Winterschlafe gegenwärtig sind, der wird nie sich von einer Person hintergehen lassen, welche Monate lang ohne Speise und Trank zuzubringen versichert, dabei gar nicht abmagert, normal respirirt u. s. w. Noch in diesem Jahrhunderte bekannte zwar ein Arzt öffentlich seinen Glauben an einen solchen Zustand, erklärte, daß man wohl nicht leugnen könne, daß der Körper sich durch die Respiration zu ernähren im Stande sei — und Hufeland meinte, diese Ansicht nicht geradezu verwerfen zu dürfen. Aber die Wandelbarkeit der Elemente, die Erzeugung eines Elementes aus dem anderen durch die Lebenskraft, welche man damals noch allenfalls für glaublich halten durfte, haben seitdem immer mehr an Stützen verloren. —

In einer Richtung hat die Physiologie in neuerer Zeit so bedeutende Fortschritte gemacht und diese stehen in so vielfacher Beziehung zu wichtigen Theilen der Med. for., daß es angemessen erscheint, diesen unsere Aufmerksamkeit etwas näher zuzuwenden. Die fruchtbare Thätigkeit der Physiologen für die Entwicklungsgeschichte, welche wir Döllinger, Pander und von Baer verdanken, hat es mit sich geführt, daß auch die der Entwicklung zunächst liegenden Theile der Physiologie, die Lehre von der Befruchtung, überhaupt die Kenntniß von der Function der Genitalien in den letzten Jahrzehnden mächtig im Fortschritte begriffen gewesen sind. Wir wollen versuchen, in einem raschen Ueberblicke zu zeigen, wie vielseitig dieselben bald bestätigend, bald berichtigend oder widerlegend auf die in der Med. for. gangbaren Ansichten theils gewirkt haben, theils wirken müssen.

Indem wir eine physiologische Anordnung des Stoffes befolgen und bei den einzelnen Punkten auf ihre forensischen Beziehungen hinweisen, beginnen wir unseren Ueberblick über diese Seite der Physiologie mit der Betrachtung der Morphologie der Geschlechtstheile, insoweit eine Kenntniß derselben für Verstehen und Beurtheilen hermaphroditischer Bildungen nothwendig ist. Diese Mißbildungen gehen die Staatsordnung an, insofern die Möglichkeit eines unerkennbaren oder ganz mangelnden Geschlechtes eigenthümliche Rechtsverhältnisse zur Folge haben muß, insofern durch hermaphroditische Formen auch bei übrigens unzweideutigem Geschlechte Unfruchtbarkeit bewirkt werden kann, endlich insofern uns die Beantwortung der Frage obliegt, ob die Gesetzgebung auf die Möglichkeit doppelter Geschlechtsfunctionen bei einem menschlichen Individuum Rücksicht zu nehmen habe oder nicht.

Das Material, aus welchem die für die Beurtheilung der hermaphroditischen Formen höherer Thiere wichtigen Momente hervorgehen, wird aus der vergl. Anatomie, aus der Entwicklungsgeschichte und aus den bekannten Mißbildungen der Geschlechtstheile selbst geschöpft.

Als wichtige Thatsachen der vgl. Anatomie, welche Licht in der Vergleichung der männlichen und weiblichen Genitalien geben, müssen nun vorzugsweise genannt werden:

1) Die verschiedenen und meist bei niederen Thieren zunehmenden Grade der Aehnlichkeit der männlichen und weiblichen Genitalien, durch welche der Hauptgesichtspunkt für die ganze Frage schon gegeben war, ehe noch die Bestätigungen der Entwicklungsgeschichte in einigermaßen ausgedehnter Weise hinzutreten.

2) Gewisse Thatsachen, welche für einzelne Züge der Analogie der Geschlechtstheile sehr entscheidend sind.
   a) Die perforirte (penisartige) Clitoris bei den weiblichen Lori's, Maki's, Lemming [1]).
   b) Die Garthner'schen Canäle in der Uteruswandung der Kuh.
   c) Die normale Krypsorchie mancher Thiere.
   d) Gewisse zwischen oder neben den Ausmündungsstellen der vesiculae seminales in die Harnröhre sich öffnende Höhlen, auf deren morphologische Bedeutung E. H. Weber (in der Versammlung der Naturforscher zu Braunschweig 1841) aufmerksam gemacht hat [2]).

Es kann als Grundlage der ganzen Vergleichung ausgesprochen werden, daß sich in den Geschlechtstheilen nur deutlicher wiederholt, was auch für die Geschlechtsdifferenzen des ganzen Körpers gilt: die für beide Geschlechter gleichen Ur-Theile verhalten sich bei jedem derselben in ihrer späteren Metamorphose verschieden. Dies ist im ganzen Körper, in allen Verhältnissen ausgesprochen und tritt in den Geschlechtstheilen nur stärker hervor. Manche Organe sind in beiden Geschlechtern bedeutend, aber zu verschiedenen Functionen entwickelt, wie namentlich die keimbereitenden Theile. Andere dagegen entwickeln sich bei dem einen wenig, wie die Clitoris beim Weibe. Ob man die verschiedene Entwicklung der Brüste des Mannes und Weibes zu den allgemeinen Geschlechtsdifferenzen des Körpers oder zu denen der Gechlechtstheile zu rechnen habe, könnte zweifelhaft erscheinen. Doch scheint mir ersteres richtiger.

Auf diesen, den Geschlechtern gemeinschaftlichen, ursprünglichen Organen beruht eine Mehrzahl der im weiteren Sinne hermaphroditisch genannten Formen; sie sind nur Zwischenstufen zwischen der männlichen und weiblichen Entwicklungsform, häufig so wenig aus der ursprünglichen Form hervorgebildet, daß sie geschlechtslos genannt werden können. Indem man aber wichtigere und unwichtigere Theile in dem Geschlechtsapparate unterscheidet und bei undeutlicher Form der unwichtigeren die anderen noch möglicher Weise kenntlich entwickelt sein können, so bleibt das letzte Kriterium immer, ob Hoden oder Ovarien vorhanden sind. Ist das nicht zu entscheiden, so bleibt das Urtheil suspendirt und findet sich auch nach dem Tode keine deutliche Bildung der betreffenden Theile, so war wirkliche Geschlechtslosigkeit vorhanden. Die feineren Untersuchungen über diese Theile sind noch nicht hinreichend angestellt worden, um zu urtheilen, inwiefern dieser Fall öfter oder seltener vorkommt. Man hat sich zu häufig mit der bloßen Form der Ovarien und Hoden begnügen müssen, ohne den Inhalt genau prüfen zu können.

---

[1]) Vom letzteren war es mir aus Rathke's Untersuchung bekannt. Ich habe es an einem Exempl. des physiol. Institutes bestätigen können.

[2]) E. H. Weber's neuere Untersuchungen über diesen Gegenstand (i. d. Abhdl. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1846) waren damals, als dieser Artikel der Red. druckfertig übergeben wurde (März 1846), noch nicht erschienen und eine Aenderung im Texte nicht möglich, da der Verf. von April bis October durch eine Reise von allem literarischen Verkehr abgeschnitten war. Die Red.

Während diese Art von Hermaphroditismus, zahlreiche Formen darbietend, nur zwischen Geschlechtslosigkeit im einen und bestimmt männlicher oder weiblicher Form im anderen Extreme oscillirt, so daß von einer Doppelgeschlechtigkeit nicht im Mindesten bei ihr die Rede sein kann, finden sich einzelne, dieser letzteren Bezeichnung theils scheinbar, theils wirklich fähige Mißformen.

Dahin gehört die seltene Bildung einer Asymmetrie der Art, daß auf der einen Seite ein Hode, auf der anderen ein Eierstock sich zeigt. Hier ist ohne eine Verdoppelung ein wesentlich doppelgeschlechtiger Körper vorhanden, der aber functionell doch nur durch anderweitige Combinationen des Geschlechtsapparates, von denen alsbald näher die Rede sein wird, als zweigeschlechtig sich würde geltend machen können.

Hierher würde ferner gehören eine eigentliche, wenn auch nur partielle und dadurch unfruchtbare Verdoppelung. Diese scheint aber, früher wohl mit zu wenig Kritik angenommen, nicht ohne Andeutungen anderweiter Verdoppelung des Körpers vorzukommen. Nur in einem Abschnitte des Genitalsystemes kommt scheinbar eine Verdoppelung gar nicht selten vor. Man vergleicht nämlich häufig die Samenbläschen des männlichen Körpers mit dem Uterus des weiblichen, und ein Zusammenvorkommen derselben in einem Individuum würde eben deßhalb für Verdoppelung gehalten werden müssen. Da aber eben dieses Zusammenvorkommen nicht so gar selten ist, als sonstige Verdoppelung, so muß hieraus schon ein Argwohn gegen die Richtigkeit der Analogie entstehen. Ich werde alsbald weitere Gründe beibringen, den Uterus für die Entwicklung eines wesentlich von den Samenbläschen verschiedenen morphologischen Elementes zu halten.

Wollen wir für die Frage, ob ein Individuum die Functionen beider Geschlechter verrichten könne, eine empirische Basis haben, so müssen wir von der eben genannten Doppelgeschlechtigkeit durch asymmetrische Bildungsrichtung der keimbereitenden Organe ausgehen, über welche namentlich Berthold [1]) zu vergleichen ist. Da diese Art der Mißbildung, wenn auch selten, doch unzweifelhaft ist, so ist die weitere Frage, ob sich, ohne Annahme einer Verdoppelung, bloß durch eine eigenthümliche Verwendung der einfachen, morphologischen Elemente des embryonalen Geschlechtsapparates, die Verbindung des Hoden durch Vas deferens und Samenbläschen mit einem zum Coitus fähigen Penis und andererseits eine Tube, Uterus und Scheide denken lassen [2]).

Hier kommen denn namentlich die Verhältnisse der Ductt. deferentt. und Samenbläschen zu dem Uterus in Frage. Wenn die Ductt. deferentt. den Tubae und die Samenbläschen dem Uterus analog wären, so würde man

---

[1]) Ueber seitl. Zwitterbildung. Aus dem 2ten Bde. der Abhandl. der königlichen Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen, 1844.

[2]) Ich mache bemerklich, daß ich im Folgenden streng zwischen Möglichkeit und Denkbarkeit unterscheiden werde. Denkbar scheint mir, nach Zugrundelegung der Erfahrung, eine Vereinigung der männlichen und weiblichen Geschlechtsthätigkeiten in einem Individuum zu sein. Sie widerspricht keinem bis jetzt erkannten Naturgesetze. Wenn Henke u. A. behaupten, die vollständigeren Zwitter seien selten lebensfähig und nie zeugungsfähig, so ist das erste entschieden falsch. Ueber das zweite suspendire man lieber das Urtheil. Denn die Behauptung kann richtig sein; es kann Naturgesetze geben, durch welche das für immer verhindert wird, = unmöglich ist; aber wir kennen diese Gesetze nicht und nützen der Wahrheit und dem praktischen Zwecke nie durch übertriebene Assertionen. Für den praktischen Zweck genügt es, zu zeigen, daß das Vorkommen einer Mißbildung dieser Art nie beobachtet wurde, und daß sie erweislich, nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, im allerhöchsten Maße unwahrscheinlich ist. Ob die Gesetzgebung dann auf einen Fall Rücksicht nehmen will, der vielleicht unter einer Billion menschlicher Individuen ein Mal vorkommen kann, bleibt uns gleichgiltig.

von vornherein für wahrscheinlich halten müssen, daß bei Vorhandensein eines Uterus in einer seitlichen Zwitterbildung, dieser den Duct. deferent. der einen Seite auf dieselbe Weise, wie die Tuba von der anderen Seite in sich aufnehmen müßte. Hierdurch würde dann das Sperma natürlich in die Scheide ergossen und der Zwitter würde entschieden als Mann unfruchtbar sein. — Der von Berthold genau untersuchte Hermaphrodit zeigt nun aber schon eine andere Beziehung der Theile zu einander. Der Samengang mündet nicht in den Uterus, sondern direct in die Scheide ein. Dabei hätte zwar ebenfalls Unfruchtbarkeit in demselben Sinne, wie eben erwähnt, stattfinden müssen. Jedoch wird sich vielleicht später zeigen, daß durch denkbaren Hinzutritt einer anderen hermaphroditischen Form diese Unfruchtbarkeit hätte vermieden werden können.

Wir untersuchen hier zunächst die Frage nach der Analogie der Tuben und Samengänge, des Uterus und der Samenbläschen. Was ergiebt sich aus dem Berthold'schen Zwitter für diese Frage? Derselbe scheint mir weniger entscheidend, als die später zu nennenden Verhältnisse, gegen den Vergleich der angeführten Organe unter einander zu sein. Daß nämlich der Samengang sich nicht wie eine Tuba an den Uterus schließt, läßt sich hier nach der Analogie des Uterus duplex verstehen. Dieser ist durchaus nicht so selten, als anderweitige Verdoppelungen in der Sphäre der Geschlechtsorgane. Die sog. Verdoppelung des Uterus ist aber auch eigentlich keine Verdoppelung, sondern eine Hemmungsbildung. Denkt man sich nun dieselbe Hemmungsbildung, welche bei einem übrigens ganz weiblichen Körper den Uter. duplex bewirkt, in einem seitlichen Zwitter, so kann sie sich nicht wohl auf eine andere Art äußern, als durch gesonderte Einmündung einerseits des mit einer Tuba verbundenen Uterus, welcher eigentlich nur einen halben Uterus vorstellen würde, andererseits des Vas deferens in die Scheide.

Das Resultat der Entwicklungsgeschichte über die Analogie der fraglichen Theile ist kein unzweifelhaftes. Nach Joh. Müller würden aus dem Sinus urogenitalis die Theile, welche die Hoden mit ihm in Verbindung setzen, auf ebendieselbe Weise hervorwachsen, wie die Tuben des weiblichen Körpers. Nach einer anderen Ansicht dagegen sollten sich die Ductt. deferentt. aus den Ausführungsgängen der Wolff'schen Körper bilden. Es ist gewiß eine bedenkliche Sache, zwischen den Ansichten solcher Forscher, wie Müller und Rathke, wählen zu müssen! Der Letztere theilt in seiner Schrift über die Entwicklung der Natter sehr wichtige Beobachtungen mit. Es sollen in den männlichen wie in den weiblichen Embryonen der Natter zu bestimmter Zeit sich Oviducte zeigen, welche sich vom Sinus urogenitalis aus gegen die keimbereitenden Geschlechtstheile hin erstrecken. Diese Canäle sollen aber beim männlichen Geschlechte sich wieder verlieren und die Hoden verwachsen nun mit den sich rückbildenden Wolff'schen Körpern und erhalten deren Ausführungsgänge. Ein solcher Vorgang mag dem mit der Entwicklungsgeschichte Unbekannten auffallend erscheinen, aber auch nur diesem.

Niemand kann mehr von der Schwierigkeit der hierher gehörigen embryologischen Forschungen überzeugt sein, als ich, da es mir nach Untersuchung von nicht wenigen Säugethierembryonen noch nicht gelungen ist, aus denselben eine selbstständige Ansicht zu gewinnen. Andere Beobachtungen sind es, aus welchen meine Ueberzeugung sich gebildet hat, so daß ich doch auch wagen darf, eine Vermuthung über die Bildungshergänge auszusprechen.

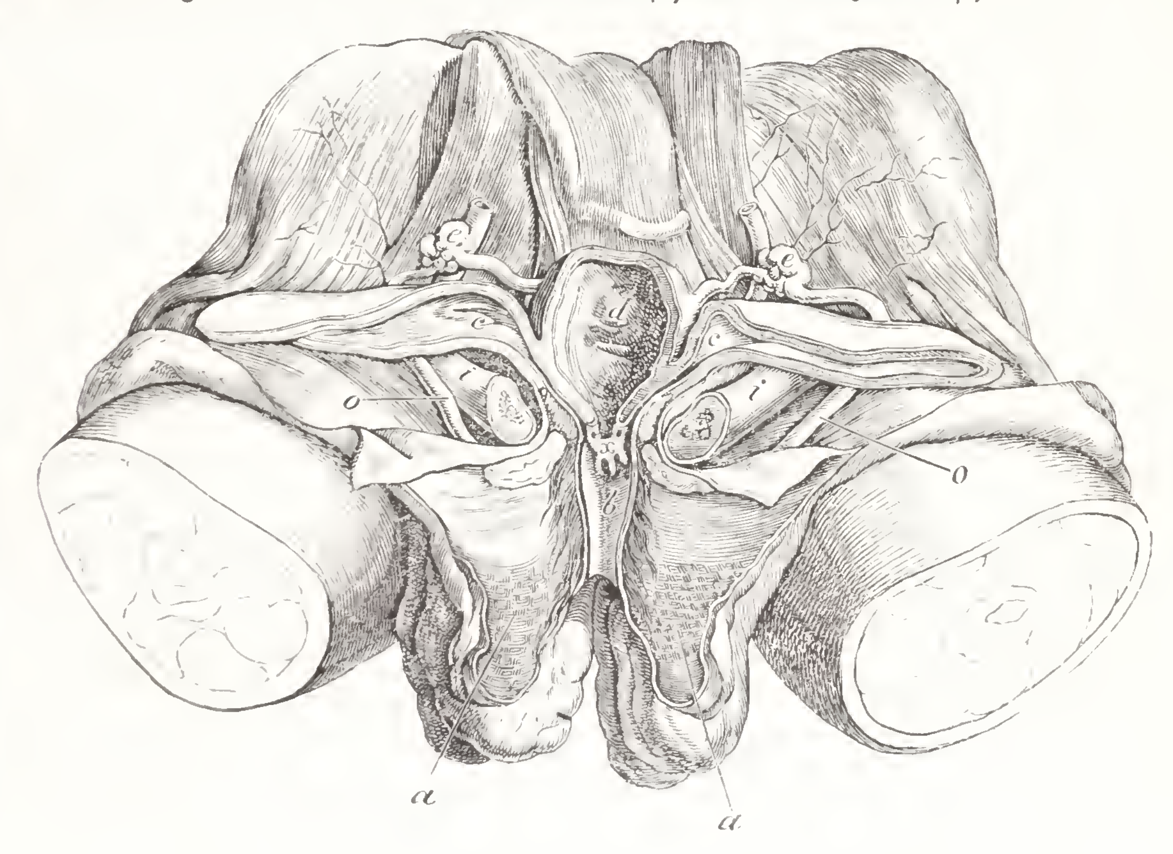
Mancher könnte es für die natürlichste und richtigste Methode halten,

die Ansicht von Müller vorläufig für die Säugethiere, die von Rathke dagegen für die Natter und Thiere von ähnlicher Bildung der Genitalorgane gelten zu lassen, wobei man jedoch, die Schwierigkeiten der Untersuchung bedenkend, die Möglichkeit eines Irrthumes von Seiten jedes der beiden Forscher im Auge behalten müßte.

Besonders zu Gunsten der Rathke'schen Angaben ist es aber, daß sie jünger als die Müller'schen sind, daß sie denselben nicht eigentlich widersprechen, sondern sie in sich enthalten und nur noch etwas Neues hinzuthun. Rathke hat, wie Müller, die Bildung analoger Theile in beiden Geschlechtern wahrgenommen. Aber er hat noch ferner die Rückbildung derselben beim männlichen Individuum, ihr Ersetztwerden durch andere Organe gesehen.

Mir scheinen nun einige Thatsachen der vergl. Anatomie und der Mißbildungen allerdings dafür zu sprechen, daß Rathke's Ansicht auch für Säugethiere und den Menschen die richtige ist.

Dahin gehören zuvörderst diejenigen Zwitterbildungen, bei welchen an beiden Seiten Hoden vorkommen, deren Ausführungsgänge sich dennoch nicht wie Tuben zu dem gleichfalls vorhandenen Uterus verhalten. Dies erläutert die Abbildung des von Ackermann beschriebenen Hermaphroditen. Die



Samengänge bilden in geringer Entfernung vom Uterus Knäuel, welche man für Rudimente der Samenbläschen ansehen kann. Dann schließen sie sich am Uterus allerdings ungefähr an derselben Stelle an, wo die Tuben sich anlegen müßten. Aber sie münden dennoch nicht in denselben. Es ist Ackermann's Verdienst, sich nicht durch diesen Anschein haben irreführen zu lassen, sondern durch genaue Verfolgung den Verlauf der Röhren in der Wand des Uterus bis an das Ostium gezeigt zu haben. Auf dem Rande des Ostium sieht man die Ausmündung.

Es weichen also hier die Samengänge nicht bloß wesentlich von den Tuben ab, sondern sie zeigen auch eine entschiedene Aehnlichkeit

mit den Garthner'schen Canälen in der Bärmutterwandung des Rindes, welche man, wohl mit Recht, für Reste der Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper hält.

Diese Verhältnisse wiederholen sich bei einem Ziegenzwitter, dessen Geschlechtstheile ich im physiologischen Institute in Göttingen niedergelegt habe; in der Wand der uterusartigen Höhle verlaufen, stellenweise bedeutend gewunden, zwei Canäle. Der Uterus theilt sich in zwei Hörner, welche, von diesen Canälen begleitet, sich an die zweideutigen [1]) keimbereitenden Geschlechtstheile anschließen.

Bei der Verwandtschaft zwischen diesen Zwittern und ihrer Beziehung zu der normalen Beschaffenheit des weiblichen Rindes, scheint es mir wahrscheinlich, daß die Ductt. deferentt. sich wirklich nicht mit den Tuben vergleichen lassen. Mehrfach sind ja auch bei übrigens nicht zwitterhafter Bildung im menschlichen Weibe am Uterus Canäle gefunden, welche für die Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper gelten.

Wenn sich nun noch dazu in den Körpern männlicher Säugethiere normal eine dem Uterus entsprechende Höhle findet, wie E. H. Weber gedeutet hat, welche bei einigen groß (namentlich Biber), bei anderen klein ist, und zwischen oder neben den Ausführungsgängen der Samenblasen sich in die Urethra mündet, so ist es wohl sehr wahrscheinlich, daß Uterus und Tuben einerseits, Ductt. deferentt., Samenbläschen und ihre Ausführungsgänge andererseits für Entwicklungen nicht analoger Gebilde gehalten werden müssen [2]).

So wird es begreiflich, wie diese Theile so oft neben einander vorkommen, da doch eigentliche Verdoppelungen anderer Theile so äußerst selten sind: die Theorie und die Thatsachen finden sich im Einklange und es wird wahrscheinlicher, daß man bei Nebeneinandervorkommen von Uterus und wesentlichen männlichen Theilen diese gewöhnlich in jenem Grade der Unabhängigkeit von einander finden wird. Es erscheint nun auch überflüssig, den Berthold'schen Fall als analog der seitlichen Verdoppelung des Uterus anzusehen, so daß das uterusartige Organ nur die linke Hälfte desselben vorstellte.

Bei dem Hermaphroditismus lateralis wird man also, nach den ausgeführten Gründen, die Trennung des Vas deferens vom Uterus, insoweit,

---

[1]) Das Thier war zu jung, als daß die mikroskopische Untersuchung des Inhaltes der Theile eine Aufklärung über ihre Natur hätte gewähren können.

[2]) Zur Kenntniß dieser interessanten uterusartigen Höhle bei männlichen Säugethieren, will ich noch hinzufügen:

daß vor einigen Jahren der Director Hausmann brieflich die Vermuthung ausdrückte, daß die unpaare Samenblase des Hengstes auch wohl dem von Weber untersuchten Organe entsprechen möge;

daß ich selbst kürzlich eine ausgezeichnete Höhle dieser Art in den männlichen Geschlechtstheilen eines frischen Macaco Cynomolgus fand. Ausgezeichnet war namentlich die Mündung dieser Höhle in die Urethra, indem dieselbe rings von einem Wulste umgeben war, welcher an das Ostium uteri externum erinnerte, wie es in die Scheide hineinragt. Die Höhle war platt, drei bis vier Millimeter tief. An ihrer nach unten gekehrten Wand lagen die Samenausführungsgänge dicht an und mündeten unmittelbar vor dem Orificium der kleinen Höhle. Ich habe die Beobachtung nochmals verificirt an einem Exemplare männlicher Geschlechtstheile aus der Blumenbach'schen Sammlung, welche als von Simia Cynomolgus bezeichnet waren.

Duvernoy sagt in dem eben erschienenen 8ten Bande der Leçons d'Anat. comp. p. 210: »Le verumontanum renferme quelquefois un profond cul-de-sac; il est entre autres ainsi conformé dans l'éléphant« und weis't in einer Anmerkung auf die oben angeführte Mittheilung Weber's in der Braunschweiger Naturforscherversammlung hin.

daß es sich nicht wie eine Tuba in denselben öffnet, als den regelmäßig zu erwartenden Fall ansehen müssen.

Um uns aber einen solchen Zwitter sowohl männlich als weiblich fruchtbar zu denken, würde neben dieser seltenen Mißbildung noch eine andere, ebenfalls seltene stattfinden müssen, ein Erforderniß, durch welches das wirkliche Vorkommen eines solchen Falles nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit schon in sehr hohem Grade selten sein müßte, wenn es auch möglich wäre.

Diese zweite Deformität würde sein, daß außer der Scheide auch noch ein mit Urethra versehener Penis vorhanden sein müßte. Diese Form, welche bei gewissen oben angeführten Thieren normal ist, kommt bei Menschen äußerst selten vor.

Denkt man sich dies bei einem seitlichen Zwitter und noch dazu: daß mit der Urethra der Samengang sich verbände, so hätte man der Form nach alle Requisite eines doppelt functionsfähigen Zwitters. Zu der großen Unwahrscheinlichkeit einer Combination zweier, schon jede für sich sehr seltenen Abnormitäten, kommt also noch eine Bedingung, von deren Erfüllung wir gar kein Beispiel aufführen können.

Schon hierdurch würde das wissenschaftliche Urtheil gerechtfertigt sein, daß eine solche Bildung vielleicht nur unter Billionen Menschen einmal vorkommen könne.

Dazu kommt nun aber noch die Erfahrung, daß sehr gewöhnlich bei Zwitterbildungen die Organe verkrüppelt sind. Käme einmal eine Combination, wie die angedeutete, vor, so wäre es immer noch der bei weitem wahrscheinlichste Fall, daß die Scheide verengt oder der Penis verkrüppelt sein würde oder dergleichen.

Wir kommen also zu dem Resultate, daß ein doppelt functionsfähiger Zwitter ohne eigentliche Verdoppelung irgend eines Theiles denkbar ist; daß wir nicht beurtheilen können, ob es der Natur möglich ist, ein solches Wesen zu produciren; daß aber die Erfahrung hinreichend ist, um den Ausspruch zu begründen, daß ein solches Naturproduct offenbar nur durch eine so schwierige Combination zu Stande kommen kann, daß der Grad von Wahrscheinlichkeit dafür nicht eben größer ist, als z. B. der, daß aus einer großen Anzahl von Buchstaben durch bloßes Durcheinanderschütteln einmal ein bestimmter Satz sich bilde. — —

Die Erkennung des Geschlechtes und die Beurtheilung der Zeugungsfähigkeit bei hermaphroditischen Bildungen beruht ganz auf anatomisch-physiologischen und pathologisch-anatomischen Kenntnissen [1]). Als Hauptgrundlage für die zweite dient natürlich die für die Function eines jeden Organes nothwendige Entwicklung desselben, soweit eine Beziehung zwischen der sinnlich wahrnehmbaren Beschaffenheit des Organes

---

[1]) Die Stellung der Geschlechtstheile zur Totalität des individuellen Organismus bedingt eine eigenthümliche Beurtheilung derselben von vornherein. Daß die Function der Genitalien vollzogen werde, kann der Organismus entbehren, während dem individuellen Leben manche andere Organe angehören, deren Function nur auf kurze Zeit, vielleicht nur auf Augenblicke entbehrt werden kann. Ist ein solches Organ nicht functionsfähig, so wird das Individuum vielleicht todt geboren, wird es durch Krankheit oder Verletzung außer Thätigkeit gesetzt, so stirbt das Individuum.

Daraus ergiebt sich, daß der Gerichtsarzt, welcher mit strenger sachgemäßer Logik verfahren will, bei einer Untersuchung über Zeugungsfähigkeit das Vorhandensein derselben zwar im Allgemeinen bei jedem Menschen mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit, jedoch bei weitem nicht mit derselben voraussetzt, als das Stattfinden anderer wichtiger Functionen.

und seiner Function nachzuweisen ist. Fehlen wesentlicher Organe oder übermäßige Kleinheit oder durchaus unzweckmäßige Form können am sichersten das Urtheil der Unfruchtbarkeit bestimmen, beruhe dieselbe nun auf Impotentia coeundi oder bestehe sie mit der Fähigkeit des Beischlafes. Aber auch da, wo nicht die Unmöglichkeit eines Beischlafes überhaupt, oder eines fruchtbaren Beischlafes geradezu bewiesen werden kann, sondern die Formen derjenigen Organe, welche der Untersuchung zugänglich sind, die Möglichkeit eines fruchtbaren Coitus zulassen, ja wo diese, wenn auch deutlich hermaphroditisch, dennoch einem fruchtbaren Beischlafe gar nicht hinderlich zu sein scheinen, wird immer die Behauptung der Zeugungsfähigkeit mit etwas geringerer Wahrscheinlichkeit aufzustellen sein, als bei normal gebildeten Genitalien. Es beruht dies auf der sehr allgemeinen Erfahrung der Combination mehrfacher Mißbildungen, so daß bei einer äußerlich sichtbaren, aber der Function nicht unbedingt hinderlichen Formabweichung immer ein Verdacht noch anderer Deformitäten innerer Organe obwaltet. So ist es eine erfahrungsgemäß unrichtige, zu sehr an der Oberfläche haftende Ansicht, wenn Henke (was Andere getreu nachschrieben) in der Krypsorchie, welche entschieden dem Hermaphroditismus angehört, nichts weiter sieht, als eine Lagenabweichung dieser Organe. Wäre sie nichts weiter, so würde man schon immer dem Ausspruche nicht beifallen dürfen: »daß die Krypsorchiden das Zeugungsvermögen außer allem Zweifel haben.« Wir wollen in diesem Ausspruche nichts weiter suchen, als was ohne Zweifel damit gesagt werden sollte, wenn es auch etwas leichthin ausgedrückt ist. H. will sagen, daß die Krypsorchiden mit demselben Grade von Wahrscheinlichkeit zeugungsfähig wären, als wenn sich die Hoden im Scrotum befänden. Bei den letzteren sind aber diese Wahrscheinlichkeiten verschieden, je nachdem sich die Hoden gesund erweisen oder nicht. Da man bei dem Krypsorchis sich von der Gesundheit dieser Organe nicht überzeugen kann, so darf er doch gewiß nicht mit jenen unbedingt gleichgestellt werden [1]). — Aber die Behauptung der Zeugungsfähigkeit der Krypsorchiden stößt noch an bedeutendere Klippen. Die pathologische Anatomie lehrt nämlich, daß die Testicondi sehr gewöhnlich verkrüppelte Hoden zeigen. So giebt Rokitansky es von Menschen an und Hausmann [2]) bei Pferden. Ich meine, daß auch schon ältere Schriftsteller die Beobachtung mitgetheilt haben; doch genügen diese beiden Auctoritäten. Auch ist mir in Relationen von Krypsorchiden wohl vorgekommen, daß dieselben fähig zum Coitus waren, während eine geschehene Zeugung nicht angemerkt war, was sicher geschehen sein würde, wenn dergleichen constatirt gewesen wäre. Fähig zum Coitus sind aber bekanntlich selbst Castraten.

Es wird als Aufgabe der pathologischen Anatomie zu betrachten sein, über die Combination innerlicher mit äußerlich wahrnehmbaren Verbildungen und über Functionsunfähigkeit auch bei solchen Mißformen, welche die Function an sich nicht unmöglich zu machen scheinen, Beobachtungen anzustellen.

Daß man auf der anderen Seite nicht zu leicht die Function für unmöglich halten dürfe, wo der Bau sie einigermaßen zweifelhaft läßt, bewei-

---

[1]) Diese Kritik mag vielleicht Einigen spitzfindig erscheinen. Mir scheint dieselbe, mit Ueberlegung des Nachtheiles nicht hinreichend scharfer Methode, der in der Praxis der Gerichtsarzneikunde so vielfach hervortritt, sehr nothwendig. Möchte nur das Bemühen durchgreifend werden, die gerichtsärztlichen Grundsätze so zu bearbeiten und die verschiedenen Wahrscheinlichkeitsgrade überall in ihren richtigen Verhältnissen aufzufassen.

[2]) Ueber die Entstehung des wahren weiblichen Eies bei den Säugethieren.

sen namentlich fruchtbare Ehen, in welchen der Mann an ausgebildeter Hypospadie litt. Ackermann theilt Beispiele davon nach anderen Autoren mit.

Wo Fragen über Unfruchtbarkeit, abgesehen von der durch Zwitterbildung bedingten, zu entscheiden sind, ist eine gesunde Ansicht von der Physiologie der Befruchtung die wesentlichste Grundbedingung. Die Physiologie hat allmälig eine Menge von Hypothesen über diesen Gegenstand erlebt und beseitigt. Man ist nun sehr allgemein zu der Ansicht gekommen, daß die Befruchtung bei allen Thieren wesentlich dieselbe Grundlage hat: Berührung eines normal beschaffenen reifen Eies mit dem ausgebildeten normalen Sperma. Wo dieser einfache Act mehr verdeckt vor sich geht und eine Mannichfaltigkeit von Organen das Erkennen desselben erschwert, findet er dessenungeachtet Statt, wie die Untersuchungen Bischoff's und Anderer bewiesen haben. Dieser verhüllende Organapparat kann also nur dazu dienen, Sperma und Ei mit einander in Berührung zu bringen, abgesehen davon, daß er zur Aufbewahrung der wesentlichen Zeugungsstoffe vor und des Productes nach der Befruchtung verwandt werden kann. Zu der Bedingung, daß die Zeugungsstoffe gebildet werden, treten also bei solchen Thieren, namentlich bei Säugethieren und dem Menschen, noch die ferneren hinzu, daß die Geschlechtstheile geeignet sein müssen, die Bewegung der Zeugungsstoffe auf zweckmäßige Weise zu bewirken oder sofern dieselbe spontan sein sollte, sie nicht zu hindern, daß sie überhaupt nicht schädlich auf denselben einwirken dürfen, daß die weiblichen den Raum darbieten für das Uterinleben der Frucht und auch bei der Entwicklung und Geburt derselben ihr keinen Schaden zufügen.

Die Thätigkeiten der Geschlechtstheile der Säugethiere behufs der Empfängniß sind wesentlich Reflexthätigkeiten, unwillkürliche durch Reizung hervorgerufene Bewegungen, Erguß von Flüssigkeiten, welche theils schon gebildet waren, theils vielleicht in Folge des Reizes in verstärktem Maße secernirt werden. Es sind dies Erscheinungen, welche sich an verschiedenen Theilen des Körpers auf ähnliche Art wiederholen: die Thränendrüsen, Speicheldrüsen, Magendrüsen entleeren sich auf bestimmte Reize und secerniren stärker, die Gallenblase ergießt ihren Inhalt in das sich füllende Duodenum. Wie die gefüllten Magendrüsen das Gefühl des Hungers erregen, der Instinct dieses Gefühl zu beseitigen weiß durch eingenommene Nahrung, welche Entleerung der Magendrüsen bewirkt [1], so ist es auch bei den Geschlechtsorganen. Der gefüllte Zustand der Samenbläschen bewirkt das Gefühl eines Bedürfnisses und den Turgor des erectilen Ausführungsganges. Irritation des letzteren bewirkt die Entleerung des Sperma. Gleichzeitig werden in den weiblichen Genitalien Ergießungen und Bewegungen bewirkt. — Die Fortschaffung des Sperma zum Ei ist lange ein Gegenstand der Discussion gewesen. So lange nicht völlig feststand, daß dieselbe wirklich vor sich ginge, hat man sie auch nicht selten für unmöglich erklärt und sich dann ganz chimärischen Ansichten über Befruchtung durch Samendunst u. s. w. überlassen.

Aber das Mikroskop hat diesen Träumereien ein Ende gemacht; die Samenfädchen kommen wirklich zum Ei; es bleibt nur noch die Frage nach

[1]) Diese, so viel ich weiß, mir eigene Form der Auffassung des Hungers, scheint mir, eben der Analogien wegen, besser, als die, daß der Hunger bloß direct aus dem leeren Zustande des Magens entspringe. Jedenfalls begreift sich leichter, wie ein Vorhandenes (der die Magendrüschen füllende Saft), als ein bloßes Nichtgefülltsein im Stande ist, lebhafte Gefühle zu erregen.

dem Wie? Die Schwierigkeit einer ganz positiven Entscheidung liegt aber durchaus nicht in der Schwierigkeit, diesen Vorgang unter irgend einer Form zu begreifen, wie man so leichtfertig behauptet hat, sondern darin, daß man die Wahl zwischen mehren Erklärungen behält in einem Falle, welcher bis jetzt dem Experimente unzugänglich blieb. — Es leidet keinen Zweifel, daß die Spermatozoen durch ihre eigene Bewegung das Ei erreichen können. Man hat zwar hiergegen eingewandt, daß diese Annahme eine zweite Hypothese nöthig mache: insofern die Bewegung der Samenfäden durch eine unbekannte Ursache die bestimmte Bewegung in die Tuben u. s. w. bekommen müßte. Das ist aber nicht wahr, da unter so vielen Tausenden dieser beweglichen Organe, wenn sie sich im höchsten Grade regellos, d. h. ganz gleichmäßig nach allen Richtungen verbreiten, wohl nothwendig eine Anzahl in die Tuben gelangen muß. Man könnte dies Eindringen ebenso wenig für einen Zufall halten, als wir viele andere Thatsachen in der Befruchtung und Verbreitung der Thiere und Pflanzen für Zufall halten [1]. — Indessen scheint es mir nothwendig, den eigenthümlichen Thätigkeiten der weiblichen Genitalien mindestens einen wesentlichen Antheil an der Beförderung der Spermatozoiden in die Tuben zu vindiciren. Die weiblichen Theile werden mechanisch gereizt. Das wird einen bestimmten Zweck haben. Wir können uns einmal einen gewissen Zweck der Flüssigkeiten denken, welche sich beim Coitus aus den Drüsen der weiblichen Geschlechtstheile ergießen. Sie können als Verdünnungsmittel des Sperma für dessen Wirksamkeit nothwendig sein, wie es das Wasser bei den Thieren ist, welche die in's Wasser gelegten reifen Eier befruchten (so ersetzt der Speichel den Landthieren das Medium, in welchem die Wasserthiere ihre Nahrung zu sich nehmen). — Denkt man sich aber Bewegungen an der Scheide, an den Tuben (bei darmförmigem Uterus auch an diesem — wo peristaltische Bewegungen bei jeder Oeffnung eines lebenden oder eben getödteten Thieres im schwangeren Zustande wahrgenommen werden), welche das Sperma gegen die Ovarien hin fördern sollen, so kann die Verdünnung des Sperma noch den besonderen Nutzen haben, die Moles movenda zweckmäßig zu vermehren. Denn durch eine solche Vermehrung wird es begreiflich, wie die samenhaltige Flüssigkeit ohne ausnehmende Verengerung der einschließenden Theile fortgetrieben werden kann. Dadurch wird es auch verständlich, wie in den menschlichen Geschlechtstheilen die Scheide ihren Inhalt nicht bloß in den Uterus treiben, sondern selbst durch diesen hindurch in die Tuben zwängen könnte.

---

[1]) Die Frage, ob die Samenthierchen durch eigene Thätigkeit den Weg in die Tuben zurücklegen, hat noch eine besondere Wichtigkeit darin, daß, wenn wir dies annehmen, die Hypothese um so mehr Grund hat, daß diese Fädchen auch das wesentlich Befruchtende sind. Denn wir können alsdann begreifen, daß die Samenthierchen allein zum Ei gelangen, während die Samenflüssigkeit zurückbleibt. Das Mikroskop lehrt uns hierüber nichts; daß von den Samenbestandtheilen nur die Samenfäden mikroskopisch in den Tuben aufgefunden werden, ist ganz natürlich, da nur diese so ausgezeichnet sind, daß sie nicht mit Bestandtheilen des Tubenschleimes u. s. w. verwechselt werden können.— Die Ansicht, daß die Samenfädchen Thiere seien und eben deßhalb nur Begleiter, aber nicht Bedingung des befruchtungsfähigen Sperma sein könnten, scheint sich immer mehr zu verlieren. Ich muß auch gestehen, daß die Bewegungen der Samenfäden vom ersten Male an, daß ich sie gesehen, mir nie den Eindruck thierisch zweckmäßiger Thätigkeit gemacht haben. Andere haben es anders aufgefaßt. Die Beurtheilung ist schwierig und ich kann nur sagen, daß ich unbefangen war, und daß sich mir die Vorstellung aufdrängte, daß die Auffassung Anderer mehr auf dem Ueberraschenden und mit Nichts zu Vergleichenden des Anblickes sich begründet habe, als auf einzelnen bestimmt aufgefaßten Zügen, welche Bewußtsein von Zwecken der Bewegungen verriethen.

Manche Erfahrungen leiten zu der Annahme, daß das Sperma sich Tage lang in den weiblichen Geschlechtstheilen aufhalten kann, ohne seine befruchtenden Eigenschaften zu verlieren. Die Spermatozoen, deren lebhaftere Bewegungen erst bei einiger Verdünnung des Vehikels eintreten, erhalten die Beweglichkeit in den normalen Flüssigkeiten der Scheide längere Zeit.

Diese Beobachtungen, zusammen mit den neuerlich festgestellten Thatsachen über die Periodicität des Reifens der Eier, klären die verschiedenen Bedingungen der Befruchtung und so auch der Unfruchtbarkeit mehr auf, die bis dahin in Dunkel gehüllt, zu mehr phantastischen Ansichten die Veranlassung boten. Sind die Flüssigkeiten der weiblichen Genitalien von einer dem Sperma nachtheiligen Beschaffenheit, was leicht bei übrigens nicht bedeutenden chronischen Krankheitszuständen der Genitalien der Fall sein mag, oder wird der Coitus zu lange Zeit vor oder nach dem Reifen und der Ausstoßung der Eier vollzogen, so bleibt er unfruchtbar. Es ist auch sehr denkbar, daß zu starke Congestion und daher entspringende Fehler der Secretion in den Tuben auf das Ei schädlich einwirken können. — Ueberhaupt sind einerseits die Ansichten über die zur Befruchtung nöthigen Vorgänge so viel klarer geworden, und bieten sich andererseits so viele Möglichkeiten der Erklärung für Unfruchtbarkeiten vorübergehender Art dar, welche auf kleinen Abnormitäten der Functionen beruhen können, daß die mysteriöse Harmonie zwischen der Stimmung der beiden Theilnehmer eines Beischlafes, welche früher immer hervorgeholt wurde und mit deren Abwesenheit manche Unfruchtbarkeiten erklärt (!) werden sollten, sich immer mehr als gestaltloser Schatten aus der Befruchtungslehre zurückzieht.

So werden denn auch die gerichtsärztlichen Urtheile über dergleichen Fragen immer mehr an Klarheit gewinnen. Man wird die wahren Ursachen solcher Unfruchtbarkeiten, welche sich nicht aus der Form der Theile hinreichend erklären, immer mehr aufsuchen, ihre Heilbarkeit beurtheilen und ihre Heilung herbeiführen lernen.

Die Bedingungen der Conception haben für den Gerichtsarzt noch ein besonderes Interesse, insofern er in die Lage kommen kann, zu erklären, ob unter gewissen näher angegebenen Umständen eine Conception habe vorfallen können oder nicht. Die Beantwortung dieser Frage kann nöthig sein, um zu entscheiden, ob eine Schwängerung von einem bestimmten Individuum habe vollzogen werden können, welches etwa den Beischlaf mit der Geschwängerten nur unter solchen Umständen ausgeübt hat, welche der Conception hinderlich sein können oder dafür gehalten werden. Es kann namentlich von Interesse sein, eine gegründete Ansicht über die Möglichkeit einer Conception im bewußtlosen Zustande zu haben.

Manche der Einflüsse, welche nach verbreiteten Ansichten die Empfängniß hindern sollen, z. B. Ausübung des Beischlafes im Stehen u. dgl., lassen keine besondere Anwendung physiologischer Kenntnisse zu. Manche andere dagegen erhalten bedeutendes Licht von der Physiologie. So namentlich die erwähnte Frage nach der Möglichkeit der Empfängniß in bewußtlosem Zustande. Ist die Ansicht unzweifelhaft, daß die Thätigkeiten in den weiblichen Geschlechtsorganen, welche die Conception unterstützen können oder müssen, reflectirte Thätigkeiten sind, daß sie sich auf Bewegung, Congestion, Bildung und Ergießung von Säften beschränken, welche letztere in Qualität und Quantität sich innerhalb gewisser Grenzen halten müssen, so werden wir annehmen dürfen, daß das Bewußtsein des einwirkenden Reizes und der erfolgenden Bewegung hierbei eine ähnliche Rolle spielen, wie bei

anderen Reflexthätigkeiten: Das Bewußtsein kann einwirken, hindernd, fördernd, ist aber nicht wesentlich. Nichts läßt sich passender hierher ziehen, als die Thätigkeit des Darmcanales. Durch die Gegenwart des Darminhaltes erregt, tritt der Motus peristalticus und die Secretion und Ergießung von Flüssigkeiten ein. Das geschieht im Schlafe wie im Wachen. Nur das Eintreten der Speisen in den Magen, wo sie durch differente Temperatur, Härte und Form, durch concentrirte Beschaffenheit sich bemerklich machen können, wird distinct wahrgenommen. Außerdem nur die Gefühle des Hungers, der Sättigung, der Ueberfüllung u. s. w. Bewußtsein und Willen thun nichts zur Verdauung. In anderen Fällen, z. B. bei der Wirkung des Lichtes auf das Auge, wird der Reiz immer empfunden, aber die Bewegung der Iris hängt dennoch nicht von dem Bewußtwerden ab. — Dagegen erleiden aber die Thätigkeiten des Darmcanales bedeutenden Einfluß vom Gemüthszustande: Verdauungsstörungen, Ekel, Erbrechen, Durchfall in Folge unangenehmer Gemüthsaffectionen, sind bekannt, — heitere und gleichmüthige Stimmung scheint die Verdauung zu begünstigen. Ebenso verhält es sich mit den Thätigkeiten der weiblichen Geschlechtstheile. Während der Beischlaf von Seiten des männlichen Theiles Erection voraussetzt, welche erst in Folge einer gewissen Richtung der Gefühle einzutreten pflegt, können die weiblichen Theile den Coitus ohne solche präparatorische Erregung erleiden, sie brauchen erst durch den Reiz des Beischlafes selbst in Thätigkeit gesetzt zu werden. Ob diese nun eintritt, ist, wenn auch nicht unbedingt, so doch in hohem Maße unabhängig von der Gemüthsstimmung. Auch hier nämlich mag diese wohl fördernd oder hemmend einwirken können, aber die Conception kann auch geschehen bei ganz theilnahmloser Stimmung des weiblichen Individuums. Nun ist es sehr begreiflich, wenn die Stimmung eines Frauenzimmers, welches eine wahre Nothzucht erleidet, die Empfängniß zu hindern vermag, sowie eine gewisse Lebhaftigkeit der geschlechtlichen Erregung derselben wohl förderlich sein mag. Es hat aber dabei gar keine Schwierigkeit, zu begreifen, daß ein weibliches Individuum empfangen könne, sowohl in ganz bewußtlosem Zustande, als auch bei übrigens vorhandenem Bewußtsein und nur mangelndem Bewußtsein der geschlechtlichen Erregung. Letzteres ist längst außer Zweifel, da es fruchtbare Ehefrauen giebt, denen gleichwohl das Wollustgefühl beim Coitus gänzlich abgeht. Aber auch ersteres ist durch Beispiele erwiesen; sind solche Beispiele selten, so kann das nicht wohl anders sein. Coitus unter solchen Umständen kommt überhaupt nicht oft vor, und wenn er vorkommt, wird er natürlich ebenso wenig nothwendig eine Befruchtung zur Folge haben, als dieselbe nach jedem Beischlafe unter anderen Umständen erfolgt. Ist aber die Befruchtung in bewußtlosem Zustande hiernach nothwendig sehr selten, so werden beweisende Fälle es noch weit mehr sein, da nicht leicht ein Fall vorkommen wird, in welchem nicht gegen die Zuverlässigkeit der Aussage des Frauenzimmers ein mehr oder minder bedeutender Zweifel obwaltete. Eben dieses letzteren Umstandes wegen ist es aber natürlich um so wichtiger, sich zu überzeugen, daß die Annahme, physiologisch genommen, gar keine Schwierigkeiten hat, so daß der in jedem einzelnen Falle vorherrschende Verdacht lediglich auf anderen Umständen beruht, daß es nur darauf ankommt, die Wahrscheinlichkeit für einen sehr tiefen Schlaf oder krankhaft bewußtlosen Zustand zu prüfen, zu ermitteln, ob der Beischlaf schmerzlich sein konnte u. s. w. Sind aber diese und andere derartige Punkte hinreichend erledigt, so liegt in der eingetretenen Conception nicht der mindeste Grund weiter an der wirklich stattgehabten Bewußtlosigkeit zu zweifeln.

Eine Frage von geringerer Wichtigkeit für die Medic. for., namentlich, weil sie selten zur Sprache kommen kann, ist die: unter welchen Umständen wohl eine Frau während des schwangeren Zustandes noch einmal concipiren könne: die Frage der Superfötation.

Wir fragen nicht, ob dieselbe überhaupt geschehen könne. Denn es steht fest, daß kurze Zeit nach einem fruchtbaren Beischlafe noch ein anderer ebenfalls fruchtbar sein kann; dafür sprechen Beobachtungen an Menschen und Thieren, und es ist ganz unnöthig, die Beweise hierfür zu häufen, da der Sache auch so wenig in den physiologischen und anatomischen Verhältnissen entgegensteht, daß sie ohne alle Schwierigkeit angenommen werden kann. Ja wir können ebenso wohl annehmen, daß Zwillinge gewöhnlich von zwei, als daß sie von einem Coitus herrühren. Die Wissenschaft spricht weder für das Eine, noch für das Andere.

Dagegen ist es eine ganz andere Frage, ob auch noch längere Zeit, Wochen oder Monate nach einer Conception eine zweite eintreten könne? Man kann in Beziehung auf diese Art der Superfötation auch den trefflichen Henke nicht ganz davon freisprechen, seine Ansicht ohne vollständigen Ueberblick des Zustandes der Wissenschaft, so weit derselbe darauf von Einfluß sein muß, gebildet zu haben. Die Behauptung, daß eine Unterscheidung später und früher Superfötation (Ueberfruchtung und Ueberschwängerung) keinen Grund habe, ist mir völlig unbegreiflich, da, wie gesagt, die Annahme einer bald nach einem fruchtbaren Coitus folgenden zweiten Conception gar keine, die Annahme einer später erfolgenden dagegen die allergrößten Schwierigkeiten hat. Die wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes bedarf dieser Unterscheidung durchaus, und wenn die dafür gewählten Worte: Ueberfruchtung und Ueberschwängerung allerdings nicht glücklich sind, so muß man sich anderer bedienen. Wenn ich frühe oder späte Superfötation sage, so wird das Niemand mißverstehen. Eine Willkürlichkeit in dieser Unterscheidung würde nur dann behauptet werden können, wenn Jemand unternähme, einen bestimmten Tag festzusetzen, bis zu welchem die zweite Conception noch möglich sein sollte. Das erlaubt der Zustand der Wissenschaft nicht; auch ist dies wahrscheinlich bei verschiedenen Individuen und verschiedenen Schwangerschaftsfällen verschieden. Ist die Menstruation eine Brunst, so wird z. B. die Entwicklung der Decidua, die Befruchtung und das Fortrücken des Eies vielleicht rascher oder langsamer geschehen, je nachdem die Vorbereitung in den weiblichen Geschlechtstheilen schon mehr oder weniger fortgeschritten ist. Ich stimme also mit der von R. Wagner [1]) und Anderen ausgesprochenen Ansicht überein, daß eine, längere Zeit nach einer Conception vorkommende zweite Schwängerung, bei unserer jetzigen Kenntniß der Physiologie nicht zu begreifen ist. Das heißt, es stellen sich der Erfüllung der wesentlichen Bedingung der Conception: Berührung von Samen und Ei, mechanische Hindernisse entgegen, deren Ueberwindung uns unmöglich erscheinen muß.

Wir können von der Zeit an, wo das Ei in den Uterus eingetreten ist, bis zu seiner Geburt zwei Stadien unterscheiden in den Verhältnissen der Decidua. Die erste ist das Stadium, in welchem sich zwischen der Decidua vera und reflexa noch ein Zwischenraum befindet, die zweite, in welchem sich beide aneinandergelegt haben.

In diesem zweiten Stadium würde eine Conception voraussetzen, daß

[1]) Handb. der Physiologie §. 42 der ersten, §. 43 der zweiten, §. 44 der dritten Aufl.

theils das Sperma, nachdem es in das Ostium etwas eingedrungen wäre, sich von da bis an die Tubenmündungen zwischen den aneinander gepreßten Blättern der Decidua hindrängte, und daß es demnach die Uterinöffnungen der Tuben ungeschlossen fände. — Eine kleine, den Tuben entsprechende Oeffnung der Decidua ist nun auch allerdings, wenn auch unregelmäßig vorkommend, doch hin und wieder beobachtet (R. Wagner, J. Müller). Indessen ist von diesen Beobachtern, wie es scheint, eine solche Wahrnehmung doch ausschließlich in den früheren Zuständen der Schwangerschaft gemacht worden.

Möchte sich aber auch das Eindringen des Sperma in die Tuben als möglich ansehen lassen, wenn es einmal bis dahin gekommen wäre, so ist doch eben dieses Dahingelangen Schwierigkeiten unterworfen, deren Ueberwindung geradezu nicht zu begreifen ist. Schon daß der Samen, wenn er in das Orificium uteri gelangt wäre, von hier aus zwischen den beiden Blättern der Decidua weiterrücken könnte, ist sehr unwahrscheinlich. — Man könnte nun vielleicht die Sache so auffassen wollen, daß die Ueberschwängerung noch möglich bliebe, so lange die beiden Deciduen sich nicht fest aneinander gelegt hätten, also in der ersten der beiden eben angenommenen Perioden. Dies ist nun aber wegen des Verschlusses des Uterus am Orificium, einem der wichtigsten Punkte, welche gegen die späte Superfötation sprechen, ebenso wenig anzunehmen. — Ueber diesen Verschluß des Bärmuttermundes ist nun namentlich von den Vertretern der späten Superfötation nur Unbegründetes und Nichtssagendes vorgebracht worden, ohne Rücksicht auf den Stand der Wissenschaft. — Wenn man gesagt hat, die Decidua verschließe den Uterusmund nicht, so ist das zwar richtig; wenigstens scheint es nur selten vorzukommen, daß diese Haut sich über das Ostium uteri internum hinweg fortsetzt. Das entscheidet aber nichts, da es ja allbekannt ist, daß das namentlich im Anfange der Schwangerschaft sehr enge Collum uteri von einem eigenthümlichen Pfropfe erfüllt ist. Somit ist der Eintritt des Sperma in den Uterus nicht möglich. Dieser Pfropf muß wohl dicht schließen, da er das in früheren Zeiten der Schwangerschaft zwischen den Blättern der Decidua enthaltene Wasser — die von Breschet in den études de l'oeuf, so ausführlich behandelte Hydropérione — am Ausfließen hindert, ein Umstand, den ich nirgends in Beziehung zur Superfötation erwähnt gefunden habe und der doch allein so entscheidend hätte sein müssen. Wie soll das Sperma durch das Collum uteri aufwärts dringen, während doch nicht einmal die Hydropérione durch selbiges herabsinkt? Bei der Wichtigkeit, welche dieser Flüssigkeit in dieser Beziehung zukommt, wäre freilich zu wünschen, daß man sich noch mehr versicherte, ob dieselbe ganz regelmäßig vorkommt. R. Wagner [1]) scheint sie nicht für völlig constant zu halten, während J. Müller von ihrem Vorkommen ohne Bedingung spricht. Man muß wünschen, daß bestimmte Erfahrungen vom Gegentheile, wo sie vorkommen sollten, bekannt gemacht würden. — Abgesehen hiervon ist mir aber wenigstens durchaus nicht bekannt, daß die Uterusmündung in früherer Zeit je offen gefunden wäre. Es ist möglich, daß sie in späteren Zeiten offen steht, aber gewiß sollte man nicht zum Beweise dieses Offenstehens sich damit begnügen, daß Blutungen aus dem Uterus stattfinden können, und daß der Finger des Geburtshelfers in das Orificium (doch nur in den späteren Monaten) einzudringen vermag. Denn es ist

[1]) Physiologie. 3te Aufl. §. 79. S. 119.

doch eine zu gewöhnliche Sache, daß extravasirtes Blut sich auch durch Zellgewebe vermöge seiner Schwere drängt und auch der untersuchende Finger des Geburtshelfers mag leicht jene zähschleimige Masse beseitigen, welche dessenungeachtet im Stande ist, das Sperma zurückzuhalten [1]).

Man darf wohl behaupten, daß die späte Superfötation, nach Berücksichtigung aller bis jetzt bekannten Verhältnisse im Uterus, als unmöglich erscheint, und daß man, um dieselbe begreiflich zu finden, die Nachweisung neuer, noch unbekannter pathologischer Zustände bedarf.

Es könnte unnöthig erscheinen, nach solchen handgreiflichen Gründen gegen die Superfötation noch einen anderen von zweideutigem Werthe zu erwähnen. Ich erwähne denselben jedoch, nicht bloß weil er zu der Geschichte des Streites gehört, sondern auch, weil er unter Umständen auf das Urtheil von wesentlichem Einflusse sein könnte. Sollte nämlich, wozu freilich bis jetzt keine Aussicht ist, die Superfötation durch irgend eine seltener oder häufiger vorkommende anatomische Abnormität begreiflich werden, so würde dieser andere, mehr physiologische Grund hinreichen, um die große Seltenheit des wirklichen Eintrittes der späten Superfötation als nothwendig begreiflich zu machen: Es müßte sich nämlich zu jenen noch unbekannten anatomischen Regelwidrigkeiten auch noch eine functionelle hinzugesellen, wenn eine Superfötation eintreten sollte.

Es ist eine bekannte Sache, daß die Weibchen der höheren Thiere zu gewissen Zeiten brünstig werden, dann eine kurze Zeit hindurch den Coitus zulassen, nachher denselben abwehren. Haben sie nun empfangen, so dulden sie den Coitus während der Trächtigkeit nicht wieder, während die Brunst früher wieder eintreten kann, falls die Conception fehlgeschlagen ist. Bei dem menschlichen Weibe ist die Brunstzeit monatlich, so lange keine Schwangerschaft eingetreten ist. Nach geschehener Empfängniß bleibt die monatliche Aufregung im Leben der Eierstöcke aus, welche, durch Ausstoßung reifer Eier sich offenbarend, den wesentlichen Charakter einer Brunstperiode ausmacht und es ist darin ausgesprochen, daß das schwangere Weib wegen des Zustandes seiner Eierstöcke zur Conception unfähig sein würde, wenn diese Unfähigkeit nicht schon durch mechanische Verhältnisse bedingt wäre. Es ist aber dieser Grund ein weniger definitiver, weil allerdings ausnahmsweise bei dem menschlichen Weibe auch während einer Schwangerschaft sich eine monatliche Aufregung durch Blutungen kund giebt, mit welchen wir uns wohl auch die gewöhnlichen monatlichen Vorgänge an den Eierstöcken verbunden denken können.

Nach Zusammenstellung der Gründe gegen die späte Superfötation ist es klar, daß dieselben, um so mehr, als sie zum Theil erst aus neuerlichen Entwicklungen der Wissenschaft hervorgegangen sind, von Denjenigen, welche Erfahrungen von solchen Vorkommnissen gemacht zu haben meinten, wohl nicht in ihrem ganzen Umfange gewürdigt worden sind, und daß deßhalb auf alle diese angeblichen Beobachtungen der Grundsatz der Kritik angewandt werden muß, daß einem Beobachter wenig zu trauen sei, welcher eine

---

[1]) Es ist mir nicht erinnerlich, bei den vielen Uterus von Säugethieren, welche ich geöffnet habe, das Orificium je anders als eng zusammengezogen und mit festem Schleime gefüllt, gesehen zu haben. Freilich habe ich Säugethiere nicht aus der letzten Zeit der Trächtigkeit untersucht. Bei einem im 7ten oder 8ten Monate schwangeren menschlichen Uterus finde ich das Orificium noch völlig durch den Pfropf geschlossen. Teleologisch aufgefaßt, scheint dieser Verschluß bei dem menschlichen Uterus, wegen der mehr nach unten gerichteten Lage der Mündung, wichtiger zu sein, als bei Säugethieren.

Wahrnehmung angiebt, welche nach dem Zustande der Wissenschaft zu seiner Zeit oder nach seinen individuellen Vorstellungen leicht angenommen werden konnte, während dieselbe durch spätere Fortschritte der Wissenschaft unwahrscheinlich geworden ist. Man erinnere sich nur daran, daß es ein noch sehr junges Ergebniß physiologischer Forschung ist, daß das Ei auch bei den Säugethieren normal vom Sperma wirklich berührt wird, und daß das aus dem Eierstocke gelös'te Ei wirklich dasselbe ist, was sich im Uterus später entwickelt, und nicht ein Product von Flüssigkeiten des Uterus selbst, was früher von so bedeutenden Autoritäten angenommen wurde und was auch noch in neuerer Zeit, nach Entdeckung des wahren Säugethiereies im Eierstocke und den Tuben, von Hausmann angenommen worden ist, welchem geschätzten Beobachter ich jedoch hierin, auch auf eigene Beobachtung gestützt, nicht beipflichten kann. Denn, wenn ich auch nicht so vollständig, wie Barry und Bischoff, alle Stadien des Eies vom Eierstocke bis in den Uterus verfolgt habe, so konnte ich doch durch Beobachtungen an Eiern in den Tuben bestätigen, daß dieselben sich im Zustande frischer Entwicklung und Zellenbildung und durchaus nicht in einem halbaufgelös'ten befanden.

Eine zweifelnde Stellung muß die Kritik der angeblichen Beobachtungen später Superfötation nun um so mehr annehmen, als sich aus der Behandlung, welche der Gegenstand häufig erfahren hat, völlig deutlich ergiebt, daß man die Schwierigkeiten der Annahme nicht gehörig erwogen hatte. Das geht hervor aus der Confusion der frühen und späten Superfötation und daraus, daß man so oft Beweise für die späte Superfötation darin hat finden wollen, daß in einem Uterus gleichzeitig ein dem Entwicklungsgrade nach viel jüngeres mit einem älteren Kinde sich zusammenfand, daß die beiden gleichzeitig geboren wurden u. s. w. Das beweis't aber an sich noch Nichts, sondern es müssen auch beide Früchte leben. Denn daß eine Frucht absterben und einige Zeit in der Bärmutter vor Fäulniß bewahrt werden, nachher also natürlich einen viel geringeren Entwicklungsgrad darbieten kann, als eine andere, gleichzeitig empfangene und nicht abgestorbene, das leidet keinen Zweifel.

Geht man mit einem auf diesen Gründen beruhenden Mißtrauen an die Kritik der wenigen Angaben, welche, wenn sie wirklich genau wären, eine späte Superfötation beweisen würden, so wird man finden, daß dieselben keineswegs den Grad von umständlicher und sorgfältiger Untersuchung an den Tag legen, welcher allein hinreichen würde, um die feste Ueberzeugung zu begründen, daß die Autoren nicht getäuscht wurden [1]).

Indessen habe ich mir eine Hypothese erlaubt, nach welcher eine Möglichkeit der Richtigkeit jener Beobachtungen begreiflich würde, ohne daß man eine späte Superfötation annähme. Ließe sich nämlich glaubhaft ma-

---

[1]) Ich darf diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne auf einen Irrthum aufmerksam zu machen, welcher sich in Kopp's Jahrbücher, Bd. III., eingeschlichen hat und von da in mehre deutsche Schriften, namentlich auch in Henke's Lehrb. (§. 199 Anmerkung) übergegangen ist. Verhältnißmäßig wenige Leser möchten Gelegenheit haben, sich durch eigenes Nachsuchen in den Annales de la soc. de méd. de Montpellier zu überzeugen, daß die Beobachtung von Delmas über eine Frau, welche vier bis fünf Monate schwanger, noch einmal von einem Neger empfangen haben sollte, diese fabelhafte Form erst in Kopp's Jahrbb. angenommen hat. Nach dem Originale gab die Person an, sie habe sich vier bis fünf Wochen schwanger geglaubt, als sie den Neger zuließ. Zugleich ist es wahrscheinlich, daß sie sich auch hierin getäuscht oder gelogen hat, da das Negerkind stärker als das andere war, und die Person eingestand, mit einem Weißen den Beischlaf fortwährend ausgeübt zu haben.

chen, daß unter gewissen Umständen eine sehr bedeutende Verzögerung der Entwicklung einer von zwei gleichzeitig im Uterus enthaltenen Früchten einträte, daß diese Frucht sich aber später wieder normal fortzubilden anfinge, so ließe sich hieraus und ohne die Annahme einer Superfötation Alles erklären, was man als späte Superfötation gedeutet hat. Die fragliche Hypothese habe ich angedeutet in einer in Schmidt's Jahrbüchern gedruckten Anzeige von Ziegler's Beobachtungen über die Brunst des Rehes. Ich komme sogleich bei Gelegenheit des physiologischen Urtheiles über die normale und mittlere Schwangerschaftsdauer darauf zurück, und will hier nur erinnern, daß aus der Annahme dieser Hypothese höchst eigenthümliche Folgerungen für die Med. for. hervorgehen würden. Denkt man sich nämlich den Fall, daß eine Frau nach Entfernung ihres Mannes binnen so kurzer Zeit, daß derselbe präsumtiver Vater ist, ein Kind zur Welt bringt, dann aber ein zweites binnen solcher Zeit, daß sie nicht nach der früheren Niederkunft geschwängert sein konnte, wohl aber so spät nach der Entfernung des Mannes, daß dieser nach der gemeinen Annahme nicht der Vater sein konnte, so würde nach Annahme der späten Superfötation das Kind allerdings unehelichen Ursprunges sein, während es nach der Verzögerungshypothese dem Ehemanne zuzuschreiben sein würde.

Man hat endlich in Beziehung auf die Superfötation erinnert, daß die größten Schwierigkeiten für ihre Annahme verschwänden, wenn sich bei einem Individuum eine im höchsten Grade entwickelte Verdoppelung des Uterus fände. Das ist auch gewiß. Jedoch ist bis jetzt das Zusammenvorkommen von Superfötation und Uterus duplex nicht beobachtet worden. —

Neuere physiologische Untersuchungen über die Lebensvorgänge an den Eierstöcken führen dahin, die Spuren des Eiaustrittes aus denselben nicht mehr für Beweise von Keuschheitsverletzung zu halten, wie früher geschah. Bei Säugethieren und dem Menschen findet ein regelmäßiger Reifungs- und Ausstoßungsproceß der Eier Statt, wie bei anderen Thieren, ein Proceß, welcher nicht den Coitus voraussetzt, wohl aber der Befruchtung entgegenkommt. In wie weit sich das Corpus luteum, welches sich nach einer Befruchtung, also während einer Schwangerschaft bildet, von den Narben unterscheidet, welche nach jeder regelmäßigen Menstruation entstehen müssen, ist noch festzusetzen und für den Augenblick fraglich. Denkbar ist das Stattfinden eines Unterschiedes, weil doch offenbar der Lebenszustand der Ovarien während der Schwangerschaft ein anderer ist, und so auch diese Narbenbildung wohl eine andere Gestalt annehmen kann.

Mehrfacher Anwendung auf die Med. for. sind auch die erweiterten Kenntnisse von der männlichen Samenflüssigkeit fähig. Die mikroskopische Untersuchung derselben ist durch den bedeutenden und sicheren Gebrauch des Mikroskopes und durch die Verbreitung dieses Instrumentes in kurzer Zeit sehr ausgebildet worden, hat eine große Zuverlässigkeit erlangt und sich allgemeines Vertrauen erworben. — Die Nachweisung der Spermatozoen in der von den männlichen Geschlechtstheilen entleerten Flüssigkeit kann als Hauptbeweis der Geschlechtsfähigkeit dienen, während ihr Mangel oder sparsames Vorkommen gegen diese Fähigkeit spricht [1]. — Die

---

[1]) Ruete hatte einigemal die Impotenz durch übermäßige Pollutionen zu behandeln und theilte mir einmal die eben von einem Patienten entleerte Flüssigkeit mit, in welcher ich erst nach einigem Suchen Spermatozoen fand. Dieselben waren wohlgebildet, aber bewegungslos, und ihr spärliches Vorkommen sprach namentlich gegen die

Untersuchung auf Spermatozoen ist jetzt das einzige zuverlässige Mittel, um zur Sicherheit zu gelangen, wie sich das Sperma in den Samenbläschen Castrirter verhält. Es ist wohl zu vermuthen, daß sich dasselbe allmälig auf eine eigenthümliche Weise zersetzen wird, wie es in den Samenbläschen von männlichen Thieren, welche eine bestimmte Brunstperiode haben, nach Ablauf dieser Zeit sich ereignet. Jedenfalls ist die Beobachtung einer samenartig aussehenden Flüssigkeit in den Samenbläschen, wie sie Otto [1] 3/4 Jahre nach der Castration an einem Manne anstellte, nicht genügend, wenn der mikroskopische Beweis, von dem Otto schweigt, dabei fehlt. Das ejaculirte Sperma sowohl, als der Inhalt der Samenbläschen ist stets ein Gemisch des Sperma mit anderen Secreten und es ist somit nicht thunlich, aus der unmittelbaren sinnlichen Wahrnehmung zu ermitteln, ob ein gefülltes Samenbläschen viel oder wenig oder gar kein Sperma in der von ihm selbst gebildeten Flüssigkeit enthält: das reine Sperma in größerer Masse und die reine Flüssigkeit der Samenbläschen ist dazu nicht hinreichend bekannt. — Indessen ist die Möglichkeit eines fruchtbaren Coitus einige Zeit nach geschehener Castration nicht bloß höchst wahrscheinlich, sondern auch von Hausmann durch Beobachtung am Pferde festgestellt [2].

Auch bei der Ermittelung fleischlicher Vergehen kann die Untersuchung von Flüssigkeiten, Flecken u. s. w. mittelst des Mikroskopes Aufschluß geben. Fängt man die erste Portion Harn, welche nach einer Samenentleerung abgeht, in einem nach unten spitzen Glase, einem sog. chemischen Probirglase auf, so senkt sich in die Spitze nach einiger Zeit ein Wölkchen, in welchem, wenn man es sich condensiren läßt und es sorgfältig unter dem Mikroskope untersucht [3], von einem in dergleichen Untersuchungen geübten Beobachter die Spermatozoen sich nachweisen lassen. Ich habe sie nie vergeblich gesucht, wenn auch öfters Geduld nöthig war. — Indessen könnte der Werth eines positiven Resultates leicht beschränkt werden, wenn es sich bestätigen sollte, daß schon bei geringfügigen Schwächungszuständen der Genitalien häufig etwas Sperma mit dem Harne abginge, wie man behauptet hat; dann würde ein kleiner Antheil von Sperma im Harne weniger sicher eine vorgegangene Entleerung beweisen.

Ebenso muß ich zur Vorsicht rathen, wo man etwa Flecken in Kleidungsstücken, Wäsche u. s. w. untersuchen wollte, ob sie durch Sperma entstanden wären. Der Gedanke ist sehr natürlich, durch Aufweichen derselben in Wasser die Spermatozoen für die mikroskopische Untersuchung gewinnen zu wollen. Jedoch scheinen sich dieselben sehr fest in das Gewebe mancher Zeuge einzukleben; wenigstens sind weder mir noch mehren anderen Untersuchern die Spermatozoen zur Anschauung gekommen, wenn man Flecken dieser Probe unterwarf, von welchen es feststand, daß sie von zeugungsfähigem Sperma herrührten. Also wäre wenigstens negativen Resultaten nicht zu trauen.

---

befruchtende Fähigkeit dieses Sperma. Auch trat erst nach längerer Behandlung die Fähigkeit zur Erection wieder ein.

[1] Seltene Beobachtungen zur Anatomie, Physiologie und Pathologie. 1stes Heft, S. 131.

[2] Ueber die Zeugung und Entstehung des wahren weiblichen Eies bei den Säugethieren. S. 19 f.

[3] Man kann es leicht erhalten, wie man Infusorien und dgl. aus dem Wasser fängt, indem man ein Glasröhrchen, dessen eines Ende man mit dem Finger schließt, mit dem unteren offenen Ende bis nahe an das Object eintaucht, dann für einen Augenblick den Finger hebt und, nachdem man ihn rasch wieder gegen die Mündung angedrückt hat, das Röhrchen mit der während des Oeffnens eingedrungenen Flüssigkeit hervorhebt.

Eine der wichtigsten unter den Fragen, welche, aus den Rechtsverhältnissen hervorgehend, unserer Wissenschaft gestellt werden, ist die nach der Dauer der Schwangerschaft. In welchem Sinne läßt sich überhaupt von einer normalen Dauer derselben reden? Wenn ich diesen Gegenstand hier berege, so kann ich leider nur von wenigen und zweifelhaften Streiflichtern reden, welche die Forschungen neuerer Zeit auf denselben geworfen haben. Aber es muß, auch abgesehen von solchen einigermaßen als Licht gebend zu erweisenden Erfahrungen, der Contrast hervorgehoben werden, in welchem die unbefangene Wissenschaft mit den Behauptungenen vieler Gerichtsärzte sich befindet. Diese haben sich durch das Streben, ihre Behauptungen in recht bestimmte Formen zu bringen und der Gesetzgebung möglichst einfache Grundlagen zu gewähren, nicht selten sehr weit über das hinaus führen lassen, was sich irgend beweisen läßt, und man ist durch Prätension, daß die Erfahrungen über die Schwangerschaftsdauer des menschlichen Weibes schon hinreichend ausgebildet wären, dahin gekommen, auf die wichtigsten Umstände verhältnißmäßig wenig Gewicht zu legen.

Das vorliegende Bedürfniß der Med. for. kann auf keine Weise dadurch befriedigt werden, daß man eine große Menge von nur annäherungsweise genau bekannten Schwangerschaftsdauern zu Grunde legt und daraus die mittlere oder wahrscheinliche Dauer findet. Es ist zwar schon ein Fortschritt gegen die Ansichten früherer Zeiten, daß man Erfahrung genug besitzt, um nicht mehr anzunehmen, die menschliche Schwangerschaftsdauer besitze eine ganz eigenthümliche Regellosigkeit, durch welche sie sich von derjenigen der Säugethiere unterscheide. Es ist aber ein großer Fehler, wenn man nun nicht selten, in entgegengesetzter Richtung sich verirrend, die Schwangerschaftsdauer des menschlichen Weibes für etwas so regelmäßig Verlaufendes hält, daß sie nur selten von einer bestimmten Anzahl von Tagen abweiche.

Die Erfahrungen, welche man über die Schwangerschaftsdauer des menschlichen Weibes besitzt, sind durchaus unzulänglich. Dieselben reichen nicht einmal aus, um eine genaue Bestimmung über die mittlere Dauer dieses Zeitraumes zu erhalten; viel weniger genügen sie, um zu wissen, wie groß und wie häufig die Abweichungen von dieser mittleren Dauer sind und inwiefern diese Abweichungen nicht nur mit, sondern auch ganz ohne pathologische Erscheinungen vorkommen können. Die Erfahrungen über Schwangerschaftsdauer sind fast durchaus, jede einzeln genommen, unsicher. Nur selten wird eine Beobachtung bekannt gemacht, bei welcher der Tag der Conception durch Umstände so sicher festgestellt wäre, wie der Tage der Niederkunft; wird einmal eine Beobachtung veröffentlicht, welche auf solche Sicherheit Anspruch macht, so geschieht es fast stets nur aus dem Interesse, daß die Schwangerschaft sich durch besondere Kürze oder Länge auszeichnete. Es ist aber für die Med. for. dringendes Bedürfniß, Tabellen zur Hand zu haben, in denen Beobachtungen der genauesten Art, ohne Rücksicht auf sonstige Merkwürdigkeit, wo möglich zu Tausenden zusammengestellt sind. Es wäre daher sehr zu wünschen, daß jede einzelne, wirklich genau beobachtete Schwangerschaftsdauer bekannt gemacht würde. Es würde dann immer noch einer geraumen Zeit bedürfen, ehe ein Material zusammengebracht wäre, hinreichend, um den Zwecken der Med. for. Genüge zu leisten. Aber geschehen muß es einmal, es muß früher oder später zur Ueberzeugung werden, daß ein Jeder, dem sich Gelegenheit zu solcher Beobachtung bietet, dieselbe mit aller Genauigkeit anzustellen und mitzutheilen habe. Es ist sehr zu beklagen, daß man sich über die Nothwendigkeit eines solchen Zusammenwirkens für künftige Erreichung eines

wichtigen Zweckes hat täuschen mögen. Für die praktische Medicin ist die Kenntniß der Schwangerschaftsdauer mit der Genauigkeit, wie ihrer die gerichtliche Medicin bedarf, nicht nöthig. Die Physiologie kennt ein solches Bedürfniß ebenfalls nicht; die Folgerungen, welche sie vielleicht aus genauen Kenntnissen der Schwangerschaftsdauer wird ziehen können, werden sich erst allmälig zeigen. Die Med. for. aber hat sich über ihr Bedürfniß durch eine grobe Täuschung hinweggesetzt. Ich darf die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, so viel ich vermag, dieses Bedürfniß handgreiflich zu machen — vielleicht, daß dadurch doch ein Schritt geschehen ist zum Anfange eines zweckmäßigen Zusammenwirkens, ein Wirken, bei welchem freilich die Thätigkeit jedes Einzelnen ziemlich anspruchslos erscheint. Sollte aber darum die Sache hoffnungslos sein?

Eine große Anzahl von Erfahrungen über Schwangerschaftsdauer würden, wenn auch eine jede einzelne unsicher wäre, dennoch hinreichen können, um eine einigermaßen sichere mittlere Dauer daraus zu gewinnen, wenn man mit Sicherheit annehmen dürfte, daß die Fehler in den einzelnen der Berechnung zu Grunde liegenden Beobachtungen einander in der Summe ausglichen, so daß z. B. unter hundert zusammengestellten Beobachtungen sich zwar viele befänden, welche zu lang angenommen wären, aber zugleich auch viele, welche zu kurz geschätzt waren, und so, daß die Summen der Tage, um welche die einen zu lang, die anderen zu kurz angenommen sind, einander gleich kämen. Das ist aber bei den bis jetzt bekannten Beobachtungen gar nicht sehr wahrscheinlich. Das allgemeine Merkmal, nach welchem der Anfang der in Tabellen zusammengestellten Schwangerschaftsdauern ermittelt wurde, ist das erste Ausbleiben der Menstruation. Man setzt jede Conception um eine beliebige Anzahl von Tagen, z. B. um vierzehn, vor diese erste ausgebliebene Menstruation. Nähme man nun an, daß die Conceptionen in den vier Wochen zwischen der letzten eingetretenen und der ersten ausgebliebenen Menstruation gleichmäßig vertheilt wären, und daß sehr regelmäßig gleich die erste Menstruation nach einer Empfängniß wirklich schon ausbliebe, so könnte die mittlere Größe aus solchen Dauern richtig ermittelt werden. Fällt aber die Conception sehr gewöhnlich kurz vor oder kurz nach der monatlichen Reinigung, wie neuere Beobachtungen wahrscheinlich machen, ist es demnach sehr möglich, daß nach den in die unmittelbare Vorbereitung einer Menstruation fallenden Conceptionen, diese Menstruation gar nicht selten noch eintritt, so wird dadurch die Mittelgröße bedeutend zu kurz ausfallen. Denn die gleich nach einer monatlichen Reinigung eintretenden Schwangerschaften werden um fast vierzehn Tage zu kurz angesetzt und von denen, welche nahe vor einer Menstruation fielen, nur ein Theil um ebenso viel zu lang, während der andere Theil, weil die Menses nicht alsbald ausblieben, ebenfalls um vierzehn Tage und darüber zu kurz gesetzt wird. Dies Beispiel wird genügend andeuten, wie wenig man noch die Bedingungen gewürdigt hat, welche zur Gewinnung einer richtigen mittleren Schwangerschaftsdauer vorausgesetzt werden müssen. — Das Bewußtsein, sich auf so unsicherem Boden zu finden, so sehr es auch Manche sich selbst zu verdunkeln bemüht gewesen sind, drückt sich nun auch deutlich genug darin aus, daß man so gewöhnlich die runde Summe von vierzig Wochen als mittlere (oder auch als normale) Schwangerschaftsdauer angiebt, eine Zahl, welche sich durchaus nur als eine runde Summe empfiehlt, welche derjenigen, die sich aus einer genaueren Berechnung ergeben möchte, vermuthlich nicht gar fern liegt, selbst aber durchaus nicht auf Berechnungen beruht. Wo sind die Tabellen, aus welchen diese Zahl genommen ist?

Unverständiger und schädlicher, als die Täuschung mit einer mittleren Schwangerschaftsdauer genau bekannt zu sein, ist noch die andere: daß diese vermeintliche mittlere oder, wie man auch sagt, normale Schwangerschaftsdauer, zugleich auch in hohem Grade die wahrscheinlichste sei, d. h. daß die Abweichungen davon selten, größere namentlich sehr selten seien. Nur wenige Gerichtsärzte sprechen es recht sachgemäß und unbefangen aus, wie wenig in dieser für das Recht so wichtigen Frage bis jetzt geleistet worden sei, wenn auch freilich so übertriebene Behauptungen, wie sie z. B. Metzger in dieser Hinsicht gemacht hat, keinen Beifall haben finden können.

Wir sind nun aber gänzlich außer Stande, den Anforderungen der Rechtswissenschaft an die unsere auf eine angemessene Weise Genüge zu leisten, als durch Kenntniß einer großen Menge ganz sicher beobachteter Schwangerschaftsdauern. Die Präsumtion, daß ein zu bestimmter Zeit reif gebornes Kind von einem gewissen Conceptionstermine herrühre, oder daß es innerhalb oder außerhalb einer gewissen Periode empfangen sei, soll auf einer Wahrscheinlichkeitsrechnung beruhen, welche nur auf den Grund ganz zuverlässiger Beobachtungen geführt werden kann. Wird z. B. ein Kind 300 Tage nach Entfernung eines Ehemannes von seiner Frau geboren, so muß die allgemeine Rechtsregel, nach welcher beurtheilt wird, ob das Kind dem Ehemanne präsumtiv zuzuschreiben sei oder nicht, die Erkenntniß eines bestimmten Grades von Wahrscheinlichkeit voraussetzen, mit welcher die eheliche Erzeugung desselben angenommen werden kann. Es ist die Frage, ob eine so lange Schwangerschaft unter 10 oder 20 oder 50 oder 100 Fällen einmal vorkommt, oder ob sie nie vorkommt ꝛc. Nur nach genauer Beantwortung solcher Fragen kann der Gesetzgeber zweckmäßig entscheiden, welcher Ausdruck der allgemeinen Präsumtion zu geben sei, indem er seinerseits, wegen des Interesse, welches für die Annahme der ehelichen Geburt stattfindet, einen gewissen, wenn auch geringen Grad von Wahrscheinlichkeit entweder zur Gewißheit erheben oder als das, bis auf eventuellen Gegenbeweis Anzunehmende, hinstellen kann. — Trägheit und Vorurtheil werden gern die hier an die Med. for. gestellten Anforderungen zurückweisen, namentlich unter dem Vorwande, daß ja eben dieses Interesse, welches den Gesetzesausdruck mitbestimmt, auch keinen bestimmten Zahlenausdruck zulasse, und somit eine mathematische Schärfe der Angaben der Med. for. müssig bleibe. Aber eine Willkürlichkeit ist nicht so schlimm, als eine doppelte, und es ist einmal die Forderung nicht abzuweisen, daß eine Wissenschaft das wirklich leiste, was sie ihrer Natur nach zu leisten vermag.

Vorläufig kann man nichts weiter thun, als unbegründete Behauptungen zurückweisen, unbrauchbare Gründe, welche in diesem Streite gebraucht worden sind, beseitigen und auf die Erfahrungen hinweisen, welche bis jetzt noch den sichersten Aufschluß geben.

Zu den von vorn herein unwahrscheinlichen und durchaus nicht auf exacte Beobachtung gegründeten Behauptungen gehört es, daß ein rascheres oder langsameres Reifen verschiedener Fötus nicht stattfände. Die so sehr verschiedene Raschheit der Entwicklung nach der Geburt ist doch unleugbar und der Schluß, daß Aehnliches auch schon vor der Geburt vorkommen müsse, so natürlich, daß man die wissenschaftliche Forderung wohl weniger so stellen darf dieses schnellere oder langsamere Reifen solle bewiesen werden, als man vielmehr bis zum Beweise des Gegentheiles es als vorhanden anzunehmen hat.

Zu den unbrauchbaren Gründen in dem Streite über Schwangerschaftsdauer sind namentlich diejenigen zu rechnen, welche die Vertheidiger einer großen Wandelbarkeit dieser Periode aus der Wandelbarkeit der Zeit, welche

Pflanzensamen und Eier kaltblütiger Thiere zu ihrer Entwicklung bedürfen, haben hernehmen wollen. Die Verschiedenheiten von Wärme und Feuchtigkeit, welche hier einwirken, fallen bei den Säugethieren, so viel man weiß, weg. Dagegen aber ist von den an Säugethieren angestellten genauen Beobachtungen die ausgedehnteste Anwendung auf den Menschen zu machen, bis man dieselbe durch genaue Beobachtungen am Weibe selbst zu ersetzen im Stande sein wird. Tessier's Beobachtungen [1]) sind namentlich eine schätzenswerthe Grundlage, deren Erweiterung höchst wünschenswerth sein würde. Diese lehren z. B., daß unter 160 Kühen die Trächtigkeitsdauern schon vom 241sten bis zum 308ten Tage variirten, was um so interessanter ist, als die mittlere Trächtigkeitsdauer dieses Thieres ungefähr mit der mittleren Zeit einer menschlichen Schwangerschaft zusammenfallen dürfte. Auch ist es wichtig, daß gar nicht wenige unter den Kühen weit von der mittleren Dauer entfernt warfen, nämlich 14 zwischen den 241sten und 266sten und 5 zwischen dem 300sten und 308ten Tage. Sollten solche Beobachtungen vermehrt werden, so würde noch zu empfehlen sein, daß man mit Genauigkeit darauf achtete, ob die geworfenen Kälber irgend durch ihre Beschaffenheit es verriethen, daß sie früh oder spät geworfen wurden, ob mehrfache Beobachtungen an einem und demselben Mutterthiere angestellt wurden u. s. w. Letztere Bedingung hat namentlich Berthold schon in Beobachtungen am Schafe berücksichtigt [2]).

Berthold hat außerdem das Verdienst, durch Beobachtungen über Menstruationsperioden in Verbindung mit einigen genauen Untersuchungen über Schwangerschaftsdauer an denselben Weibern, auf ein bestimmtes Verhältniß zwischen beiden aufmerksam geworden zu sein. Es ist natürlich, daß einem einzelnen Arzte die Ansammlung so vieler Beobachtungen, als zu zweifelloser Begründung solcher Gesetze nöthig sind, nicht wohl möglich sein kann. Möge also Berthold's Ansicht eine vorurtheilsfreie Aufnahme und sorgfältige Prüfung finden. Bestätigt sie sich, so ist sie vom größten Werthe. Sollte sie sich nicht bestätigen, so würde sie uns doch schon darum willkommen sein, weil sie zu neuer Beobachtung anregt, indem sie derselben ein eigenthümliches Interesse verleiht. — Berthold fand, daß die Menstruationsperioden bei verschiedenen Weibern sowohl, als auch bei demselben Weibe zu verschiedenen Zeiten verschieden sind, und daß die Dauer der Schwangerschaft ziemlich genau neun und einer halben der letztvorhergegangenen Menstruationsperioden entspricht.

Nimmt man dieses Gesetz versuchsweise schon als sicher an, so findet man bedeutende Folgerungen aus demselben auch für die Med. for.; es würde namentlich durch dieselben dem Arzte eine Beurtheilung in solchen individuellen Fällen etwas verzögerter oder verfrühter Niederkunft möglich werden, in welchen bis jetzt die specielle Beurtheilung gar keinen Haltpunkt findet.

Das ist nämlich die zweite wichtige Forderung, welche uns der Gesetzgeber stellt, daß wir durch Erfahrungen über Schwangerschaftsdauer nicht bloß eine allgemeine Präsumtion begründen helfen, sondern, daß wir auch ausmachen, unter welchen Verhältnissen diese Präsumtion eine unbedingte sein darf, unter welchen dagegen nur eine bedingte, den Gegenbeweis zulassende.

Kommt es z. B. nicht allzu selten vor, daß eine Frau, ohne daß sich etwas Abnormes im Verlaufe der Schwangerschaft zeigt oder während derselben sich an ihrem Körper ereignet, ihre Frucht schon nach 240 oder erst nach 300 oder 310 Tagen reif zur Welt bringt, so wird das Gesetz vielleicht zweckmäßig

---

[1]) Mag. encycl. p. Millin. IV. année. t. VI.

[2]) Ueber das Gesetz der Schwangerschaftsdauer. Göttingen 1844.

festsetzen können, daß ein Kind, welches 240 Tage nach dem ersten oder 310 Tage nach dem letzten möglichen ehelichen Beischlafe reif geboren wird, als ehelich gelte, ohne daß der Arzt zum Gegenbeweise zugelassen werde. Weniger begründet würde eine solche Ausschließung des ärztlichen Urtheils aber sein, wenn allgemein die Möglichkeit anerkannt wäre, aus der Beschaffenheit des Weibes mit medicinischen Gründen, z. B. nach dem eben angeführten Berthold'sche, Gesetze der Schwangerschaftsdauer einen kräftigen Beweis zu führen, daß die allgemeine Wahrscheinlichkeit auf den individuellen Fall nicht anzuwenden sein daß das individuelle Weib, um welches es sich handele, nicht so kurze oder so lange Zeit bis zur Geburt eines reifen Kindes habe schwanger gehen können.

Vorläufig darf aber der Arzt allerdings keine großen Ansprüche für seine Beurtheilung individueller Fälle machen. Das aber ist freilich eine Verkennung des ärztlichen Könnens, wenn der Gesetzgeber das ärztliche Urtheil ausschließen will, im Falle, daß ein entschieden reifes Kind sehr lange vor der präsumtiven mittleren Schwangerschaftszeit (z. B. am 182. Tage nach Eingehung der Ehe) geboren wird.

Ebenso wenig kann das Urtheil des Arztes ausgeschlossen werden, wenn das Kind reif oder unreif allzulange nach dem Ablaufe der mittleren Zeit (von dem letzten möglichen ehelichen Coitus an) geboren wird. Es ist ganz überflüssig, wenn heutzutage ein Gesetz in solchen Fällen, die individuelle ärztliche Beurtheilung umgehend, das Kind ohne Zulassung des Gegenbeweises für unehelich erklärt. Mag es einzelne unvorsichtige Aerzte, selbst Collegien geben, welche im Stande sind, in solchen Fällen sich ohne hinreichenden Grund für die Aechtheit des Kindes auszusprechen, so wird man doch im Allgemeinen bei den Aerzten einen solchen Mißbrauch des in sie gesetzten Vertrauens nicht annehmen dürfen, sondern voraussetzen können, daß kein Arzt ohne wirklich guten Grund die Ansicht vertheidigen würde, daß ein bestimmtes, sehr lange Zeit nach Entfernung eines Ehemannes reif oder unreif geborenes Kind noch von demselben herrühren könne. — Wenn sich die Aerzte gegen unnatürliche Beschränkungen des ärztlichen Urtheils in individuellen Fällen noch nicht allgemein energisch genug ausgesprochen haben, so wird das doch hoffentlich immer mehr geschehen. Nimmt man z. B. den Fall an, daß eine Frau sich alsbald nach dem Tode ihres Mannes schwanger zeigt, daß dann unter krankhaften Erscheinungen die Entwicklung der Schwangerschaftszeichen auffallend langsam vor sich geht, daß nun sehr spät ein Kind geboren wird, dessen Beschaffenheit vielleicht auch auf pathologische Vorgänge hindeutet, so hat der Arzt doch sicher Grund, eine Ausnahme von der gewöhnlichen Schwangerschaftsdauer als vorhanden anzusehen. Solche Fälle sind aber nicht allein nicht a priori für unmöglich zu erklären, sondern es giebt auch Belege dafür, deren z. B. Henke in seinen Abhandlungen mehre zusammengestellt hat. Sehr bemerkenswerth scheint mir Casus 44. in P. Ammanus' Med. critica.

Es ist hier am Orte, noch an eine schon oben erwähnte Hypothese zu erinnern, welche sich an Ziegler's Beobachtungen über das Rehei knüpft, und allerdings ihren Werth verlieren würde, wenn sich diese Angaben als unzuverlässig erweisen sollten. Vorläufig scheint sie mir doch immer einer Erwähnung werth, um so mehr, da es noch Niemand eingefallen ist, die Beobachtungen von Ziegler für wissenschaftlich unmöglich zu erklären, obwohl sie sehr auffallend sind. Bischoff giebt sich selbst als wenigstens partiellen Bestätiger derselben [1]). Wenn es nämlich wahr ist, daß das Ei des Rehes nach der Brunst Monate lang in den Tuben sich aufhält, ohne sich zu entwickeln, ohne

[1]) Muller's Archiv. 1843. Jahresbericht. S. 177.

Turgescenz und Secretion in den Theilen anzuregen, so scheint damit erwiesen, daß Zustände in Säugethieren möglich sind, welche ebenso wie die Wärme und das Wasser bei Pflanzen und kaltblütigen Thieren die Entwicklungszeit des Eies variabel machen können. Ist es der Mangel der Secretion in den Tuben, durch welchen die Entwicklung des Eies gehemmt wird? Wir wissen es nicht und wollen in Hypothesen gern sparsam sein. Denkbar ist dies aber gewiß und dann ist es auch denkbar, daß beim menschlichen Weibe Aehnliches vorkommen könne. Gesunde sowohl als pathologische Thätigkeiten an bestimmten Stellen des Körpers werden so häufig durch gesteigerte Thätigkeit an anderen Stellen unterdrückt. Warum sollte das nicht auch mit der der Tuben und des Uterus kurz nach der Empfängniß geschehen können, so daß, was bei dem Rehe sich durch den Lauf der Natur ereignet, bei anderen Säugethieren durch eine solche sogenannte Ableitung der Thätigkeit bewirkt würde? Man könnte sich möglich denken, daß durch eine Entzündung, z. B. der Lungen, oder durch sehr deprimirende Gemüthsaffecte die Thätigkeit der Geschlechtstheile so herabgestimmt würde, daß die Entwicklung des in ihnen enthaltenen befruchteten Eies sehr langsam fortschritte. Es wird immer wahrscheinlich sein, daß unter solchen Umständen das Ei gewöhnlich zu Grunde geht. Doch ist uns Nichts bekannt, wodurch diese Wahrscheinlichkeit zur Nothwendigkeit würde, es ist nicht undenkbar, daß ein auf solche Weise gehemmtes Ei, namentlich ein sehr junges, durch relativ günstige Umstände noch conservirt würde, bis ihm nach einiger Zeit andere Bedingungen, ein neues Erwachen der normalen Reaction der Geschlechtstheile, die Fortentwicklung erlaubte.

Läßt sich nun eine solche Hypothese nicht ohne Weiteres abweisen, so darf man wohl auf die weiteren Folgerungen hindeuten, welche aus derselben fließen würden. Es würden durch sie bedeutende Verzögerungen der Entwicklung begreiflich, und solche, durch welche ganz neue Stellungen der Ansichten in der Med. for. bedingt werden müßten. Während es bei einer Schwangerschaft, welche eine Zeit lang sich regelmäßig entwickelte, dann aber eine Störung erlitt und unter pathologischen Erscheinungen sich lange hinauszog, nicht sehr schwierig sein würde, die verlängerte Schwangerschaft mit einleuchtenden Gründen als solche darzustellen, würde sich das ganz anders gestalten, wenn eine solche Störung in die frühesten Zeiten der Schwangerschaft fiele, so daß ein Vorhandensein derselben vor dem Eintritte dieser abnormen Verhältnisse noch gar nicht constatirt werden konnte. Wenn z. B. eine Ehefrau kurz vor dem Tode ihres Mannes empfangen hätte, dann in eine Krankheit fiele, welche zur Ursache würde, daß das eben befruchtete Ei sich eine Zeitlang nicht fortentwickelte, dann würde die später sich ausbildende Schwangerschaft doch sehr den Anschein haben, als rührte sie von einer späteren Conception her. Mögen solche Fälle nun vorkommen oder nicht, es mag doch nützlich sein, an die Denkbarkeit derselben zu erinnern, damit man nicht vergesse, wie viel möglicher Weise in diesem Gebiete noch zu erfahren ist, und wie wenig mit apodiktischen Aussprüchen genützt sein kann, welche die unbefangene Untersuchung gleichsam auf den Kopf schlagen sollen. — So würde es nun auch denkbar sein, daß bei Zwillingsschwangerschaften durch ein Unvermögen des Uterus, beide Früchte gleichzeitig hinreichend zu ernähren, durch ein gewisses Vorherrschen der einen Frucht (nicht selten stirbt ja die eine unter zweien ganz ab) oder durch irgend welche Umstände die Entwicklung eines Eies bedeutend zurückgehalten würde, nach der Geburt des anderen aber in größerer Kraft fortschreitend, später auch noch die Reife erreichte, so daß längere Zeit nach der Geburt einer reifen Frucht noch eine andere zur Welt käme, welche gleichwohl gleichzeitig mit der ersten

empfangen war. Es ist schon oben bemerkt, daß diese Auslegung der auf Superfötation gedeuteten Erfahrungen ganz andere Consequenzen haben müßte, als die so unwahrscheinliche Hypothese der späten Superfötation.

Es wird als feststehend zu betrachten sein, daß ungeachtet aller Unkenntniß der Umstände, welche Spätgeburten vorzugsweise bewirken können, der Arzt vorkommenden Falles auf gar manche Verhältnisse und Abnormitäten im Befinden der Schwangeren zu achten haben wird und dieselben in seinem Gutachten mit mehr oder weniger Gewicht als denkbare Einwirkungen in Anschlag bringen kann. —

Von Wichtigkeit für die Med. for. sind manche Erfahrungen physiologischer Art über die Einflüsse, welche die Entwicklung der Frucht betreffen und möglicher Weise eigenthümlich modificiren können. — Es kann die Aehnlichkeit als Mittel, die Aechtheit eines Kindes zu bestimmen, in Frage kommen, und es können Mißbildungen in Beziehung auf eine bestimmte Ursache zu beurtheilen sein, indem etwa Jemand beschuldigt werden könnte, durch den einer Schwangeren verursachten Schrecken, durch Mißhandlung u. dgl. Schuld an einer Mißbildung ihrer Frucht geworden zu sein.

Die Untersuchungen der Entwicklungsgeschichte haben gezeigt, wie sich aus den Formen, welche der Embryo aller Wirbelthiere zu durchlaufen hat, durch eine in frühe Zeit der Entwicklung fallende verkehrte Richtung in der Ausbildung die Mißformen erklären lassen, ohne daß man unnatürliche Einflüsse anzunehmen nöthig hat. Mag eine mißbildete menschliche Frucht durch ihre schreckliche Form immerhin überraschen und den Ungebildeten zu phantastischen Vorstellungen über ihre Entstehung auffordern, mag eine Thierähnlichkeit derselben die Unerfahrenen täuschen und in ihnen den Verdacht erregen, daß eine unnatürliche Wollust der Frucht die Entstehung gegeben habe, die Entwicklungsgeschichte erklärt jene Formen sämmtlich als bloße Abweichungen von der menschlichen. Es bleibt nach diesen Aufklärungen der Entwicklungsgeschichte nur noch zu forschen übrig, welcher Art die Störungen sein müssen, welche dergleichen abnorme Richtungen der Bildungsthätigkeit einleiten können. Vorläufig sind wir nur befähigt, einigen Aufschluß zu geben, zu welcher Zeit dieselben einwirken müssen. Die Zeit z. B., wann sich normal die Theile, welche die Kopfvisceralhöhle umgeben, zu einem Gesichte vereinigen, ist einigermaßen bekannt, und wenn in diese Vereinigung eine Störung eingreifen soll, so muß das früher geschehen, als dieser Proceß der Gesichtsformung beendigt ist, sie muß in die früheren Wochen der Schwangerschaft fallen. — Dagegen können wir nicht wissen, inwiefern die Anlage zu den Mißbildungen vielleicht schon vor der Befruchtung und wie früh sie überall gesetzt sein kann und wie oft die Ursache tief in der Beschaffenheit der Eltern liegt. Daß dieser Fall vorkommt, beweis't das häufigere Entstehen gewisser Mißbildungen in bestimmten Familien und ihre Erblichkeit.

Mit einer tieferen Einsicht in die Natur der Mißbildungen ist die Kritik der Lehre vom Versehen in ein neues Stadium getreten. Wenn Mißbildungen etwas Thierähnliches darboten, so war es begreiflich, wie eine frühere Zeit durch die Reflexion, wie die Frucht eines Weibes zu solcher Bildung habe kommen können, zu der Hypothese geleitet werden mochte, daß der Anblick eines Thieres, durch Schreck oder sonstwie dem Gemüthe der Schwangeren sich tief einprägend, diese Wirkung auszuüben vermöge.

Wir wissen jetzt, daß jene Thierähnlichkeiten immer wesentlich menschliche Bildungen bleiben, und daß nichts der menschlichen Natur Fremdes, weder auf

Geist noch Körper der Mutter einzuwirken und in dieselbe sich einzunisten braucht, um solche Wirkungen zu erzeugen. Damit wäre aber freilich kein Beweis gegeben, daß sie nicht dennoch durch Versehen entstehen könnten. Nur sieht es mit der Thierähnlichkeit meist ziemlich mißlich aus, so daß diese Stütze der Lehre vom Versehen eine sehr schwache bliebe.

In einer anderen Form soll die Wirkung des Versehens sich äußern, indem von irgend einem Objecte, welches bedeutenden Eindruck auf das Gemüth der Schwangeren gemacht hat, sich ein Bild auf der Körperoberfläche der Frucht zeigt: eine Stelle der Haut ist durch dunkele Färbung, Behaarung oder auch durch Gefäßerweiterung ausgezeichnet, und diese Stelle zeigt die Form des bewußten Objectes. — Eine noch nähere Bestimmung dieser Art des Versehens ist: daß dieses Abbild seinen Ort dadurch erhält, daß die Schwangere in dem Augenblicke, in welchem sie von dem fraglichen Objecte erschreckt wird, einen Theil ihres Körpers mit der Hand berührt: an der entsprechenden Stelle am Körper des Kindes findet sich das Abbild.

Die Sache steht so unerklärlich da, daß sich theoretisch Nichts dafür und Nichts dawider sagen läßt. Ob und wie weit die Nabelschnur mit Nerven versehen ist, wird Niemandes Ueberzeugung in dieser Angelegenheit vernünftiger Weise bestimmen können und durch animalischen Magnetismus etwas erklären wollen, ist doch ein höchst seltsames Unterfangen. — Man kann sich nur an schlagende Erfahrung halten. Um sich im einzelnen Falle mit einigem Anscheine für die Annahme zu erklären, daß eine Mißbildung eines Kindes durch eine solche Einwirkung auf die Mutter entstanden sei, müßte man natürlich fordern, daß eine wirklich entschiedene Beziehung zwischen der Form eines bestimmten Males und desjenigen Objectes, welches nachweislich der Schwangeren einen Schreck verursacht hat, von unbefangenen Augen wahrgenommen würde.

Indessen ist dies eine untergeordnete Beziehung der Lehre vom Versehen. Wichtiger erscheint diese in ihrer Anwendung auf die Aehnlichkeit der Kinder. Man muß einräumen, daß in vielen Fällen die Aehnlichkeit schon darum gar nicht bei dem Urtheile über Vaterschaft in Betracht kommen könnte, auch wenn es feststände, daß dieselbe wirklich nur durch den Act der Zeugung mitgetheilt werden könnte, weil sie oft bei unzweifelhafter Vaterschaft so gering und zweideutig ist, daß die Ansicht verschiedener Menschen darüber sich auf die verschiedensten Seiten wendet, dem Einen Aehnlichkeiten auffallend scheinen, welche dem Anderen ganz entgehen. Jeder wird an sich selbst die Erfahrung machen können, daß ihm Familienzüge lange Zeit entgingen, namentlich wenn er die Verwandtschaft zweier Menschen nicht kannte, während er sie stets erblickt, nachdem sie ihm einmal aufgefallen waren. Die Fähigkeit, dergleichen aufzufassen, ist außerdem bei verschiedenen Menschen sehr verschieden. Doch wäre Alles dieses kein Grund, die Anwendung der Aehnlichkeit bei Fragen über Vaterschaft principmäßig ganz zu verwerfen; es giebt ja häufig genug Aehnlichkeiten zwischen Vätern und Kindern, welche Niemand übersieht. — Finden sich dergleichen Aehnlichkeiten nun zwischen Kindern und einem Anderen, als dem Ehemanne ihrer Mutter, so hat das auf die öffentliche Meinung häufig einen sehr entschiedenen Einfluß, bestimmt dieselbe dahin, diese Kinder für Früchte eines Ehebruches zu halten. Es muß also wohl die Frage entstehen, ob unter Umständen, namentlich, wenn die Treue einer Ehefrau noch aus anderen Gründen angefochten werden kann, eine solche Aehnlichkeit auch wohl auf den Richterspruch einwirken dürfte.

Die Physiologie leistet hier wenig. Man kann fragen, ob die Aehnlich-

keit der Kinder mit ihrem Vater nicht eben sehr abhängig von dem Grade wäre, in welchem das Gemüth der Schwangeren oder Empfangenden mit dem Vater beschäftigt ist, d. h. also, ob nicht dieselbe Ursache, welche man als Versehen bezeichnet, auch bei der Familienähnlichkeit stets thätig wäre, oder ob es mehr die Eigenschaften des befruchtenden Stoffes sind, welche die Aehnlichkeit übertragen. Für jene Ansicht könnten auf den ersten Blick die sehr verschiedenen Grade der Aehnlichkeit sprechen. Gegen sie aber spricht Vieles: das Hervortreten von Aehnlichkeiten der Kinder mit Oheimen, Großeltern und dgl.; daß Aehnlichkeiten, wie auch erbliche Krankheiten Glieder überspringen können, beweis't, daß ein Mann etwas in ihm Enthaltenes, was aber nicht äußerlich zur Erscheinung kommt, mit der Zeugung übertragen kann, und daß also die Einwirkung der Vorstellung seiner Aeußerlichkeit auf die Empfangende oder Schwangere nicht die Ursache der Aehnlichkeit ist. Dagegen sprechen auch wohl die zu bestimmten Gesetze, nach welchen man bei Kreuzung von Thierraçen die Aehnlichkeiten des Vaters vorzugsweise in bestimmten Theilen der Sprossen wiederfindet. Aehnlichkeiten bei Kindern blinder Mütter würden sehr entscheidend sein.

Die Hervorbringung von Aehnlichkeiten durch Versehen findet also, so viel bis jetzt zu sehen ist, keine Stütze in der gewöhnlichen Familienähnlichkeit. Wir können sie freilich nicht völlig verwerfen und es ist nur zu wünschen, daß Niemand aus dem Vorurtheile, daß in dieser Sache ein wissenschaftlicher Boden schon gewonnen wäre, aufklärende Beobachtungen verschweigen möge.

Als auffallend muß ich aber bemerken, daß in denselben Schriften, welche die verschiedenartigen vorgeblichen Wirkungen des Versehens für möglich erklären, doch zugleich die Raçenähnlichkeit für eine bloß durch Zeugung übertragbare ausgegeben wird. Ist es hinreichend constatirt, daß das unzweifelhafte Kind eines weißen Mannes von einer weißen Frau nie eine Aehnlichkeit der Färbung und Züge mit einem Mulatten haben kann, so wäre das, wie mir scheint, ein bedeutender Einwand gegen die ganze Ansicht von der Mittheilung von Aehnlichkeiten auf geistigem Wege; denn es soll ja häufig sein, daß dunkele Flecken der Haut durch Versehen entstehen, und auch bei Thieren will man besonders in Färbungen des Haares und der Federn die Wirkungen des Versehens gefunden haben. Auch ist doch die Entstehung einer größeren Menge dunkelen Pigmentes, wie es scheint, kein so gar tiefer Eingriff in die Organisation, als die Entstehung anderer Aehnlichkeiten sie voraussetzt, welche auf Knochenbau u. s. w. beruhen.

Gegen die bis jetzt in der Med. for. geltende Annahme, daß die Hautfärbung u. s. w. bei Zweifeln, ob ein Kind das Product einer Raçenvermischung sei oder nicht, sichere Auskunft gebe, müssen nach dem heutigen Stande der Wissenschaft verschiedene Bedenken erhoben werden. Ich finde im ersten Bande der von R. Wagner besorgten Uebersetzung von Prichard's Naturgeschichte des Menschengeschlechtes Beispiele von Ehen zwischen Weißen und Schwarzen, in welchen Kinder in den verschiedensten Graden bald der einen, bald der anderen Raçe sich annäherten. Demnach könnte also eine schwarze Mutter von einem weißen Ehemanne und eine weiße Mutter von einem schwarzen Manne ein Kind empfangen, welches von der Raçenfärbung der Mutter so wenig abwiche, daß nach strenger Anwendung jenes Grundsatzes angenommen werden müßte, dieselben rührten nicht von dieser Raçenvermischung her, wären also unehelich. Auch müssen die von Prichard erwähnten hellfarbigen Menschen in dunkelen Raçen hier erwähnt werden, welche nach demselben sich von Albino's bestimmt unterscheiden sollen, und schon ungerechten Verdacht erregt haben.

Daß aber eine weiße Frau von einem weißen Manne je ein dunkelgefärbtes Kind bekommen hätte, davon ist mir kein Beispiel bekannt geworden. —

Es kann hier nur erwähnt werden, wie die Physiologie der Schwangerschaft zum Theil auch die Regeln der Erkenntniß dieses Zustandes ergiebt. Fortschritte in dieser Hinsicht hat man in neuerer Zeit namentlich durch Untersuchung des Harns zu machen gestrebt, welcher bei den Schwangeren gewisse chemische Eigenthümlichkeiten zeigt [1]). Die mikroskopische Untersuchung der Milch hat über die Veränderungen Aufschluß gegeben, durch welche sich die vollständig ausgebildete Milch von dem Colostrum unterscheiden läßt. Untersuchangen dieser Art können zur Vollständigkeit gehören, wenn zu ermitteln ist, ob eine Person schwanger gewesen, ob sie eben oder vor einigen Tagen geboren habe, ob das Kind ausgetragen gewesen oder nicht.

Die Physiologie des Kindes, sowohl im Uterus, als während und nach der Geburt ist wichtig für die Lehre von der Lebensfähigkeit, besonders aber in ihren Beziehungen zur Beurtheilung des Kindesmordes. Die Lebensfähigkeit ist eben durch einen solchen Entwicklungsgrad der Frucht gegeben, durch welchen dieselbe fähig wird, die mit der Geburt unabwendbar verbundenen Veränderungen der Functionen zu ertragen, wohin vorzugsweise die Athmung und die Verdauung gehören. Verschiedene andere Einflüsse des Lebens nach der Geburt, Sinneseindrücke, weniger weiches Lager, wechselnde Temperatur lassen sich in hohem Grade durch sorgfältige Behandlung unreifer Kinder abhalten. Die vergleichende Physiologie lehrt durch Beispiele, welche von warmblütigen Thieren herzunehmen sind, welche in unreiferem Zustande als der Mensch geboren werden (viele Raub- und Nagethiere), wie wichtig besonders die Bewahrung einer gleichmäßigen und hohen Temperatnr für solche Früchte ist. Die Erfahrung bestätigt, daß sehr unreife menschliche Früchte besonders dann erhalten werden konnten, wenn man ihnen eine beständige Wärmezufuhr gewährte, namentlich, wenn diese durch den menschlichen oder durch Thierkörper geschah, wodurch zugleich das sehr gefährliche zu hohe Steigern der Temperatur vermieden wird.

Die wichtigen Untersuchungen an neugeborenen todten Kindern, durch welche man zu ermitteln sucht, ob sie lebendig geboren wurden, beruhen gänzlich auf der Kenntniß der großen Veränderungen in der Lebensweise der Organe, welche mit der Geburt eintreten müssen. So namentlich die Lungenprobe. — Aus einer gesunden Physiologie des Kreislaufes läßt sich die Unbrauchbarkeit der Leberprobe unmittelbar ableiten u. s. w.

Auf unsere im Anfange dieser Uebersicht uns selbst gesteckten Grenzen Bezug nehmend, schließen wir hier diese Mittheilung. Möge sie dazu beitragen, die Gerichtsärzte zu selbstständiger Forschung in physiologischen Quellen und zur Vermeidung solcher Ansichten zu leiten, welche zu ihrer Zeit begründet genug erscheinen mochten, mit Unrecht aber sich fort und fort in den Lehrbüchern der Med. for. reproduciren.

---

[1]) Vgl. den Artikel »Harn« in diesem Handwörterbuche.

Bergmann.

Krankhafte Störungen in der Thätigkeit des Nervensystemes (Nervenkrankheiten).

Wenn es irgend einen Gegenstand der Pathologie giebt, der auch jetzt schon auf das Genaueste mit der Physiologie zusammenhängt, und über den deßhalb die wissenschaftlichen Ansichten in neuester Zeit auf das Entschiedenste, und zwar genau entsprechend den Fortschritten der Physiologie, sich umgestaltet haben, so ist es die Lehre von den Nervenkrankheiten. Bevor wir deßhalb die Betrachtung dieser Nervenkrankheiten selbst, der dieser Artikel gewidmet ist, uns zuwenden, dürfte es vor Allem nöthig sein, die Frage zu beantworten: was sind denn Nervenkrankheiten, und was haben wir auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft darunter zu verstehen? — Es gab eine Zeit, und sie ist für sehr Viele auch jetzt noch keine vergangene, wo man den lebenden menschlichen Organismus, dessen wesentlichste und höchste Eigenthümlichkeit doch die Einheit seiner Mannichfaltigkeit ist, in zwei durchaus geschiedene Sphären, die animale und die vegetative, spaltete. Der Mensch sollte, wie damals allgemein gelehrt wurde, gleichsam aus Thier und Pflanze, zu denen nach oben hin als drittes noch die Seele kam, zusammengesetzt sein; aber vergeblich bemühte man sich, nachdem man einmal diese unnatürliche Spaltung vorgenommen hatte, die so getrennten Theile wieder in eine wahrhaft organische Verbindung zu bringen, und die verwirrenden Folgen dieses wissenschaftlichen Irrthumes begegnen nns noch auf allen Wegen. Eine der Hauptquellen dieses Irrthumes war aber die mangelhafte Kenntniß des Nervensystemes hinsichtlich seines Baues und seiner Thätigkeit. Man kannte nur erst die Beziehungen der Nerventhätigkeit zur Empfindung und zur Muskelbewegung, welche letztere überdies noch auf einen viel zu engen Kreis beschränkt wurde, und so bildete man gerade aus diesen zwei Classen der Lebensthätigkeiten, der bewußten Empfindung und der willkürlichen Bewegung, die animale Sphäre des thierischen und menschlichen Organismus. Nur ihr gehörte das Nervensystem an, während in der sogenannten vegetativen Sphäre das Leben unmittelbar als Bildungstrieb oder bildende Kraft in den einzelnen Theilen thätig sein, und andererseits in der psychischen Sphäre die Seele den unmittelbaren Grund der hier vorkommenden besonderen Thätigkeiten abgeben sollte. Hiernach waren denn auch die Nervenkrankheiten nur Krankheiten der animalen Sphäre und begriffen ausschließlich die Störungen der Empfindung und der willkürlichen Muskelbewegung in sich.

Unangefochten konnte dieser Irrthum freilich nicht lange bleiben. Von Seiten der Pathologie selbst geschah zwar nur sehr wenig für die Erweiterung und Berichtigung der Lehre von den krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit, indem man nicht einmal den entschiedenen Krampf, insoweit er in Organen des sogenannten vegetativen Lebens vorkam und auf einer abnormen Zusammenziehung contractiler Gewebe beruhte, als Aeußerung gestörter Nerventhätigkeit erkannte, sondern sich lieber in aller erdenklichen Weise bemühte, denselben als ganz unabhängig von Nerventhätigkeit darzustellen. Dagegen machte die Physiologie um so glänzendere und durch ausgedehnte Anwendung der experimentirenden Methode um so sicherere Fortschritte, die sehr bald auch von den Pathologen nicht mehr übersehen werden konnten. Mehr und mehr erkannte man den Einfluß des Nervensystemes auf das Zustandekommen sämmtlicher organischer Lebensthätigkeiten; aber erst in neuester Zeit, nachdem durch Bell's Entdeckung der Verschiedenheit sensitiver und motorischer Nervenwurzeln das Grundgesetz aller Nerventhätigkeit, das auf der isolirten Leitung der Nervenprimitivfasern beruhende Gesetz des Reflexes thatsächlich begründet, nachdem durch M. Hall's und J. Müller's Untersuchungen über die besondere Reflexthätigkeit des Rückenmarkes die Wichtigkeit dieses letzteren als unabhängigen Centralnerventheiles erkannt, nachdem durch Bidder's und Volkmann's sorgfältige Zergliederungen auch die theilweise Unabhängigkeit des Gangliensystemes als Centralnerventheiles erwiesen, und nachdem endlich auch die Verbindung der Nervenprimitivfasern mit den Ganglienkugeln so weit thatsächlich aufgeklärt worden war, daß man sich berechtigt halten durfte, jede Anhäufung von Ganglienkugeln als einen Centraltheil des Nervensystemes anzusehen, von dem besondere Nervenfasern entspringen und in dem allein die Nerventhätigkeit von einer Faser auf eine andere übergehen kann, — erst nachdem alle diese Entdeckungen vorangegangen waren, war es möglich, die ganze Bedeutung des Nervensystemes für den thierischen Körper richtig aufzufassen, die ganz durchgreifende Theilnahme des Nervensystemes an allen wahrhaft organischen Lebensthätigkeiten und die gegenseitige Verkettung dieser letzteren durch die Nerventhätigkeit theils zu verstehen, theils wenigstens zu ahnen.

Auf dem Standpunkte, auf den hiermit die Physiologie gelangt ist, muß nun auch die Pathologie dem Capitel von den Nervenkrankheiten eine ganz andere Ausdehnung und eine ganz andere Stellung geben. Es handelt sich hierbei nicht mehr von einer verhältnißmäßig beschränkten Classe von Krankheiten einer einzelnen Sphäre des Organismus, von bloßen Störungen der Empfindung und der willkürlichen Bewegung, sondern wollen wir die krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit in ihrem Zusammenhange, nach ihren Erscheinungsweisen, wie nach ihren Bedingungen und Wirkungen abhandeln, so müssen wir neben den genannten Störungen der Empfindung und der willkürlichen Bewegung auch die sämmtlichen Störungen der unwillkürlichen Bewegung von Muskeln und muskelähnlichen Gebilden, wie sie in der sogenannten vegetativen Sphäre vorkommen, und nicht minder die Störungen der Herz- und Gefäßthätigkeit, des Blutlaufes, und der davon abhängigen gesammten Ernährung, der Anbildung und Absonderung, sofern dieselben wesentlich von Nerventhätigkeit bedingt sind, in den Kreis der Untersuchung ziehen, wie wir auf der anderen Seite ebenso wenig die Störungen der sogenannten psychischen Thätigkeiten, soweit dieselben auf Thätigkeit der centralen Hirnfaser beruhen, werden von der Hand weisen können. Statt also unter dem Namen der Nervenkrankheiten nur eine besondere Classe von Krankheiten, nämlich die Thätigkeitsstörungen einer einzelnen, der sogenannten animalen Sphäre zu

begreifen, würden vielmehr die Störungen sämmtlicher Lebensthätigkeiten, der vegetativen, wie der animalen und der psychischen Sphäre darunter zu begreifen sein, und es würde weit naturgemäßer und dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft angemessener sein, die sogenannte Pathologie in den »Nervenkrankheiten« gleichsam aufgehen zu lassen, alle Krankheiten als Nervenkrankheiten anzusehen, als unter diesem Namen eine einzelne Reihe von in ganz gleicher Weise bedingten Lebensstörungen abzusondern und dadurch von ganz verwandten zu trennen. Allein nicht bloß hinsichtlich der den Nervenkrankheiten zu gebenden Ausdehnung fordert die heutige Wissenschaft eine wesentliche Aenderung an dem, was bisher in der Pathologie allgemein gegolten hat. Auch der bisherige Begriff der Nervenkrankheit selbst ist ein unhaltbarer geworden. Diesem Begriffe, wie man ihn auch ausdrücken mag, liegt immer noch die Vorstellung zum Grunde, als ob ein besonderes Nervenprincip, sei es als ein unwägbarer Stoff oder als eigenthümliche freie Kraft in dem Nervensysteme vorhanden sei und ganz willkürlich oder doch nur nach unmittelbar vom Leben ihm ertheilten Befehlen, dessen Thätigkeit bedinge, — ein von der Materie des Nerven geschiedenes Nervenprincip, das hin und her fluctuirend, bald hier, bald da sich anhäufend, entweder durch ein Zuviel oder durch ein Zuwenig, wohl gar durch eine qualitative Abweichung seines Wesens alle die mannichfachen Störungen der Nerventhätigkeit hervorrufe. Gesteigerte, verminderte und qualitativ veränderte Sensibilität, d. h. Anhäufung und Explodirung, oder Mangel, oder endlich Perversität jenes angeblichen Nervenagens, das sind für die große Mehrzahl immer noch die Kategorien, unter denen alle sogenannten Nervenkrankheiten zusammengefaßt werden.

Die heutige Nervenphysiologie weiß aber nichts mehr von einem solchen eigenthümlichen Nervenagens, das von der Materie der Nerven geschieden und dieser letzteren nur als seiner Organe sich bedienend, den Grund aller Nerventhätigkeit und in seinen quantitativen und qualitativen Abweichungen zugleich die nächste Ursache aller krankhaft gestörten Nerventhätigkeit, der Nervenkrankheiten enthielte. Die heutige Nervenphysiologie kennt nur eine den materiellen Nerven selbst zukommende eigenthümliche Thätigkeit, die einmal angeregt in den isolirten Primitivfasern sich fortpflanzt, die streng an den Lauf dieser Primitivfasern gebunden ist, die in einem Theile derselben in centripetaler, in einem anderen Theile derselben in centrifugaler Richtung sich verbreitet, und die je nach der Verschiedenheit der centralen und der peripherischen Theile, mit denen die Primitivfasern in Verbindung stehen, die verschiedensten Wirkungen hervorbringt und daher bald als bewußte Empfindung und Vorstellung, bald als willkürliche oder unwillkürliche Bewegung, bald als Gefäßbewegung, ja selbst als chemischer Vorgang sich äußert. Die Pathologie kann demgemäß, wenn sie nicht mit den anerkanntesten Wahrheiten der Physiologie in Widerspruch gerathen will, auch nicht mehr von Nervenkrankheiten in dem bisherigen ganz unbestimmten Sinne, sondern nur von krankhaften Abweichungen der an bestimmte Organe gebundenen und ganz bestimmten Gesetzen folgenden Nerventhätigkeit, und zwar nur von quantitativen Störungen dieser Nerventhätigkeit, von gesteigerter oder verminderter Leitung und Leitungsfähigkeit der Nerven und deren Wirkungen sprechen, indem es eine qualitativ veränderte Nerventhätigkeit ebenso wenig geben kann, als es eine qualitativ veränderte elektrische oder galvanische Thätigkeit giebt.

Indem man aber die Nervenkrankheiten für Krankheiten der Sensibilität ausgab und als auf bloßer Veränderung des in den Nerven thätigen dynamischen Principes beruhend ansah, verband man damit nothwendiger Weise den

Begriff, daß sie nur dynamische, immaterielle, und daß sie ganz selbstständige, ihrem Wesen wie ihren Bedingungen nach nur in dem Nervensysteme haftende Krankheiten seien, und gerade dadurch hielt man sich berechtigt, die Nervenkrankheiten so scharf von den sogenannten vegetativen Krankheiten zu trennen. Aber auch in diesen beiden Beziehungen haben sich die herrschenden Ansichten wesentlich verändert. Die Zeiten sind vorüber, wo man die zwei Seiten, die jeder kleinste Theil der Natur darbietet, die materielle und die dynamische, für zwei selbstständige nur mit einander verbundene und deßhalb auch wieder trennbare Substanzen ansah, oder wo man die Materie gar durch das Gegeneinanderwirken freier Kräfte erst entstehen ließ, und wo man demgemäß mit solchen freien Kräften nach allen Seiten hin ein ganz willkürliches Spiel trieb. Eine weniger speculative, aber um so strengere erfahrungsmäßige Forschung hat uns einsehen lassen, daß keine Thätigkeit in der Natur verändert werden kann ohne entsprechende Veränderung des materiellen Trägers jener Thätigkeit, wie keine materielle Veränderung denkbar ist ohne entsprechende Veränderung der Thätigkeit, weil beide, Kraft und Materie, nur in unserer Abstraction getrennt, in der Natur dagegen überall untrennbar verbunden, ja wahrhaft identisch sind. Demnach kann es denn auch keine rein dynamische, immaterielle Krankheiten, keine bloßen Störungen der in dem Organismus wirksamen Kräfte geben, weil es auch hier keine andere Kräfte giebt, als die an die einzelnen materiellen Atome untrennbar gebundenen, und eine Störung der Nerventhätigkeit ist nicht denkbar ohne entsprechende Veränderung in der Materie der Nerven, die der Träger jener Thätigkeit ist. — Was aber die angebliche Selbstständigkeit der Nervenkrankheiten betrifft, so sind auch die Zeiten vorüber, wo man sich zur Annahme solcher Selbstständigkeit schon deßhalb konnte berechtigt halten, weil es in vielen Fällen von Epilepsie oder Neuralgie nicht gleich gelang, eine offenbare außerhalb des Nervensystemes befindliche Ursache nachzuweisen und deren Wirkungsweise genau zu erklären. Die negativen Beweise haben ihren Werth verloren, seit die positiven durch die zunehmende Erfahrung sich kürzlich in so erfreulicher Weise mehren. Ueberdies hat auch eine richtigere Naturphilosophie gelehrt, daß eine selbstständige, spontane Thätigkeit nirgend in der Natur vorkommt, daß im Gegentheile jede Thätigkeit eine andere ihr vorausgehende und sie anregende Thätigkeit voraussetzt. Demgemäß bedarf denn auch jede Thätigkeit eines Nerven einer anderen, entweder von sonstigen Theilen des Nervensystemes ausgehenden oder ganz von außen kommenden Thätigkeit, um angeregt zu werden, und in derselben Weise gilt dies von allen krankhaften Thätigkeiten des Nervensystemes. Wie jedoch jede Nervenfaser in der ihr eigenthümlichen Beschaffenheit und Mischung auch den wesentlichen Grund ihrer eigenthümlichen Thätigkeitsweise besitzt, während die Anregung zur jedesmaligen Thätigkeitsäußerung ihr nothwendig von außen zukommen muß, so kann allerdings auch diese Beschaffenheit der Form und Mischung in der Art von der Norm abweichen, daß die Leitungsfähigkeit der Nervenfaser entweder vermindert und selbst gänzlich aufgehoben, oder umgekehrt beträchtlich vermehrt und erleichtert wird; allein diese verminderte oder aufgehobene Leitungsfähigkeit fällt strenge genommen weniger unter den Begriff der Krankheit, als unter den des Todes, und die gesteigerte Leitungsfähigkeit giebt nur eine höchst wichtige Mitbedingung ab für Störungen der Nerventhätigkeit, ohne selbst eine solche zu sein. Abgesehen aber von diesen auf fehlerhafter Organisation der Nerven selbst beruhenden Zuständen haben wir alle eigentliche Ursachen gestörter Nerventhätigkeit, alle Ursachen der Nervenkrankheiten, nur außerhalb des Nervensystemes zu suchen.

Sind aber die Nervenkrankheiten nicht Krankheiten einer besonderen animalen Sphäre des Organismus, sind sie nicht bloß dynamische, immaterielle Störungen eines angeblichen Nervenprincipes, und haben sie keine Selbstständigkeit in dem bisher angenommenen Sinne, sind sie mithin weder den Krankheiten der vegetativen Sphäre, noch allen sonstigen mit materiellen Veränderungen verbundenen, auf materiellen Veränderungen beruhenden Krankheiten entgegenzusetzen, wie und wodurch unterscheiden sie sich denn von allen übrigen Krankheiten, welche Stellung, welche Bedeutung ist ihnen zu geben, und in welchem Sinne allein können wir noch von Nervenkrankheiten reden? — Um diese Frage zu beantworten, müssen wir erst die andere Frage aufwerfen, was wir überhaupt unter Krankheit zu verstehen haben, denn ehe dieser Begriff nicht festgestellt ist, läßt sich unmöglich der der Nervenkrankheiten genau bestimmen. Fordert man als wesentlich für den Begriff der Krankheit eine abnorme Beschaffenheit der organischen Mischung oder Form, so hören eine Menge hierherzurechnender krankhaften Zustände auf, Nervenkrankheiten zu sein; denn Schmerzen und Anästhesien, Krämpfe und Lähmungen u. s. w. können vorhanden sein, können lange bestehen und wieder vergehen, ohne daß in der Mischung oder Form der Nervenfasern die geringste Abnormität vorhanden zu sein braucht, indem es selbst in den bei weitem meisten Fällen nur dem Nervensysteme äußere Ursachen sind, die durch ihre Wirkung auf die an sich normale Nervenfaser deren gesteigerte oder verminderte Thätigkeit bedingen, — wie denn dadurch z. B. Heidler sich konnte berechtigt und veranlaßt finden, alle bisher sogenannten Nervenkrankheiten als Blutkrankheiten aufzufassen und darzustellen, weil seinen Erfahrungen zufolge die Ursache der veränderten Nerventhätigkeit immer im Blute zu suchen sein soll. Faßt man dagegen die Krankheit nur als Functionsstörung, als Störung der organischen Lebensthätigkeiten auf, so ist, wie schon früher angedeutet wurde, jede Krankheit auch als Nervenkrankheit anzusehen, weil jede organische Lebensthätigkeit, d. h. jede auf den Organismus als Ganzes sich beziehende oder von ihm als Ganzem ausgehende Thätigkeit wesentlich auf Nerventhätigkeit beruht, ihren letzten Grund nur in Nerventhätigkeit hat; denn alle sonstigen in und an dem Organismus vorkommenden Thätigkeiten sind nur solche, die zwischen den einzelnen nächstgelegenen Theilen stattfinden, sie sind physikalische und chemische, aber nicht im eigentlichen Sinne organische. Es erhellt aber hieraus, daß jene beiden Begriffsbestimmungen der Krankheit, um die noch immer gestritten wird, in gleicher Weise einseitig und insofern unvollständig und irrig sind, und daß sie beide zusammengenommen erst den ganzen und vollen Begriff der Krankheit ausmachen. Alle Abnormitäten der organischen Form und Mischung sind nur Ursachen und Bedingungen, alle Functionsstörungen dagegen nur Aeußerungen und Erscheinungsweisen der Krankheit. Das Wesen der Krankheit aber kann nur in der ideellen Verbindung jener Bedingungen und dieser Erscheinungsweisen bestehen. Das Wesen der Krankheit hat mithin gar keine reale Existenz, und es muß sich im einzelnen Falle um so mehr unserer Erforschung entziehen, als es überdies ein stets Wechselndes ist, denn die Aeußerungen der Krankheit, die Functionsstörungen, haben fast immer wieder Abnormitäten der Form und der Mischung zur Folge, die ihrerseits wieder neue Krankheitsbedingungen werden, wodurch fast jede Krankheit zu einer vielverschlungenen Kette mit zahlreichen und mannichfachen Gliedern wird.

Strenge genommen, kann deßhalb von Nervenkrankheiten gar nicht die Rede sein, sondern nur von krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit als Aeußerungsweisen der Krankheit oder des Krankseins. Damit ist aber

zugleich auch Stellung und Umfang auf das Entschiedenste bezeichnet, den diese krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit in dem wissenschaftlichen Systeme einzunehmen haben. Alle bisherigen medicinischen Systeme und Krankheits-Classificationen bezogen sich immer unmittelbar auf die specielle Pathologie, weil man in ontologischen Ansichten befangen, die einzelnen Krankheiten in einer oder der anderen Weise für reelle, wirklich existirende, mehr oder weniger selbstständige Wesen ansah. Die specielle Pathologie ist aber nur eine angewandte Wissenschaft, und ihr Inhalt wird deßhalb für alle Zeiten einer streng wissenschaftlichen Anordnung in derselben Weise spotten, wie er es bisher gethan hat. Nur vom Standpunkte der allgemeinen Pathologie aus, die wir lieber die rein wissenschaftliche Pathologie nennen möchten, denn sie hat des Speciellen sehr viel in sich aufzunehmen, läßt sich ein medicinisches System aufstellen, das gleichzeitig der Erfahrung entspricht und den Anforderungen strenger Wissenschaft genügt, und wollen wir den krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit ihre bestimmte wissenschaftliche Stellung anweisen, so kann dies auch nur auf dem Gebiete der allgemeinen Pathologie geschehen. Es besteht aber die allgemeine Pathologie aus drei gleichwichtigen Theilen: aus der Lehre von den äußeren Erscheinungsweisen oder Formen der Krankheit, aus der Lehre von den Bedingungen und aus der Lehre von dem Wesen der Krankheit, die man von jeher als Symptomatologie oder richtiger Phänomenologie, als Aetiologie und als Nosologie bezeichnet hat. Die Nosologie hat das allgemeine Verhalten der Krankheit als eines Ganzen zum Gegenstande ihrer Untersuchung, sie hat gleichsam als Philosophie der Medicin die letzten Resultate aller Zweige unseres Wissens vom kranken Leben unter allgemeine Gesichtspunkte zu bringen! Die Aetiologie dagegen hat sämmtliche Veränderungen der festen und flüssigen Theile des Organismus darzustellen, — mögen dieselben nun Erzeugnisse vorhergegangener Lebensstörungen, also bereits Krankheitsproducte, oder unmittelbare Folgen äußerer Einwirkungen sein, — insofern dieselben nämlich die nächsten Bedingungen der krankhaft veränderten Lebensthätigkeiten abgeben; und die Phänomenologie schildert diese krankhaft veränderten Lebensthätigkeiten selbst nach ihrer Form, wie nach ihrem Zustandekommen und nach ihren Wirkungen, wenn auch begreiflicher Weise immer nur im Allgemeinen, d. h. ohne Bezugnahme auf ihr Auftreten in einzelnen Fällen und in einzelnen Körpertheilen. Hinsichtlich der weiteren Anordnung ergiebt es sich von selbst, daß die Aetiologie nur die allgemeine Anatomie und Histologie zur Grundlage nehmen und nur deren Eintheilung befolgen kann, indem es sich bei ihr nur von den einzelnen festen und flüssigen Theilen des Organismus und deren krankhaften Veränderungen handelt. Die Phänomenologie der Krankheit dagegen, die es mit den organischen Lebensthätigkeiten zu thun hat, kann nur auf die allgemeine Physiologie, auf die allgemeine Lehre von den normalen Lebensthätigkeiten sich stützen. Leider besitzen wir eine allgemeine Physiologie in diesem Sinne noch nicht, die der allgemeinen Anatomie, wie die neuere Zeit dieselbe ausgebildet hat, entspräche, und die für die Formen der Lebensthätigkeiten das leistete, was die allgemeine Anatomie auch jetzt schon für die Bedingungen der normalen Lebensthätigkeiten leistet, — wie wir ebenso wenig eine allgemeine Lehre vom gesunden Leben als nothwendige Grundlage der Nosologie, die die allgemeine Lehre vom kranken Leben ist, besitzen. Alle Lebensthätigkeiten aber, die der thierische und menschliche Organismus zu äußern vermag, lassen sich zurückführen auf bewußte Empfindung, Vorstellung und willkürliche Muskelbewegung, auf unwillkürliche Bewegung von Muskeln und muskelähnlichen Gebilden und auf Ernährung,

sich theilend in Anbildung und Absonderung und vermittelt durch den Kreislauf des Blutes. Daß die Lebensthätigkeiten der Empfindung, wie der willkürlichen und unwillkürlichen Muskelbewegung wesentlich auf Nerventhätigkeit beruhen, wird von Jedem bereitwillig zugegeben werden. Ob das Vorstellen und alle daraus folgende weitere psychische Thätigkeit nur Nerventhätigkeit ist, kann hier unerörtert bleiben, da jedenfalls eine wesentliche Theilnahme des Gehirnes und seiner Fasern an diesen Thätigkeiten nicht wird geleugnet werden; und was den Kreislauf des Blutes betrifft, so könnte die unbedingte Abhängigkeit desselben von Nerventhätigkeit nur etwa von Denen bestritten werden, die noch im Ernste und den offenbarsten Beweisen zum Trotze an eine Selbstbewegung des Blutes glauben. Ist aber der Kreislauf des Blutes von Nerventhätigkeit abhängig, so ist es jedenfalls mittelbar auch die gesammte Ernährung, die Anbildung wie die Absonderung, insofern dieselbe nur durch den Kreislauf des Blutes, namentlich in den Haargefäßen, vermittelt wird. Wenn man dessenungeachtet gerade die Fehler der Ernährung als ganz und gar verschieden von den sogenannten Nervenkrankheiten, als diesen geradezu entgegengesetzt und als durchaus unabhängig von gestörter Nerventhätigkeit betrachtet hat, so rührt dies nur daher, daß man über dem, was bloß Folge und Wirkung ist, den wahren Grund der Erscheinung völlig übersehen, daß man die Producte der gestörten Lebensthätigkeit irriger Weise für das Wesen der Sache genommen hat; denn Entzündung und Fieber können und müssen wir ebensowohl als krankhafte Störungen der Nerventhätigkeit betrachten, wie Schmerz und Convulsion, da sie ihrem Grunde nach und wesentlich dasselbe im Ganglienſysteme sind, was die letzteren im Cerebrospinalsysteme sind.

Somit ist es die gesammte Lehre von den krankhaft veränderten Lebensthätigkeiten oder von den allgemeinsten Formen und Erscheinungsweisen des Krankseins, was wir unter dem Namen der Nervenkrankheiten, oder richtiger ausgedrückt, der krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit, freilich nur nach seinen allgemeinen Beziehungen im Folgenden abzuhandeln haben. Damit ist aber zugleich auch die allein naturgemäße Eintheilung des Gegenstandes an die Hand gegeben, denn da jede organische Thätigkeit an bestimmte Organe, hier also an bestimmte Theile des Nervensystemes gebunden ist, so können auch nur diese den Grund der Eintheilung abgeben. Wir betrachten deßhalb, indem wir uns hinsichtlich der Physiologie des Nervensystemes auf den diesen Gegenstand ebenso gründlich als umfassend behandelnden Artikel Volkmann's in diesem Handwörterbuche beziehen, — die krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit, je nachdem es die Sphäre des Gehirnes oder des Rückenmarkes oder endlich des Ganglienſystemes ist, deren Nerven entweder in gesteigerter, wenigstens abnorm erregter, oder umgekehrt in verminderter Thätigkeit begriffen sind.

I. Krankhafte Nerventhätigkeit im Bereiche der Gehirnsphäre.

1. Störungen der Thätigkeit centripetaler, sensibler Gehirnnervenfasern.

Wie die eigenthümliche Thätigkeit der Nervenfaser überhaupt nur einer quantitativen Veränderung fähig ist, so kann auch die Thätigkeit der centripetalen

Gehirnnervenfaser, der Sinnesnerven, nur nach zwei Richtungen hin von der Norm abweichen; sie kann krankhaft erhöht, gesteigert, und sie kann krankhaft vermindert oder ganz aufgehoben werden. Wir haben deßhalb hier nur zwei Formen krankhafter Thätigkeit der Sinnesnerven, abnorme Steigerung oder Erregung und abnorme Verminderung der Sinnesnerventhätigkeit in Betracht zu ziehen.

a. Steigerung und krankhafte Erregung der durch sensible Gehirnnervenfasern vermittelten Empfindungsthätigkeit.

Wir müssen als aus Physiologie und Psychologie hinlänglich bekannt voraussetzen, daß die Sinnesempfindung strenge genommen nicht Sache des betreffenden Nerven, sondern vielmehr des Gehirnes, als Seelenorgans, ist, und daß die Sinnesnerven durch ihre Leitungsthätigkeit die Empfindung nur vermitteln; sowie ferner, daß, wie jede innerhalb gewisser Grenzen bleibende Sinnesempfindung das psychische Gefühl des Angenehmen, der Lust erweckt, so auch umgekehrt mit jeder übermäßig gesteigerten Sinnesempfindung das Gefühl der Unlust sich verbindet. Jeder Sinnesnerv ist nun einer solchen ungewöhnlichen Steigerung seiner Thätigkeit fähig, und so kann jenes psychische Gefühl der Unlust durch alle Sinnesnerven erregt werden. Ein zu grelles Licht, ein zu starker Ton, ebenso ganz ungewohnte und starke Gerüche und Geschmäcke sind uns unangenehm, und inadäquate, die höheren Sinnesnerven treffende Reize, z. B. mechanische Einwirkung auf Seh- und Hörnerven, erregen Phantasmen, Funkensehen, Ohrensausen. Bei weitem am häufigsten aber wird das Gefühl der Unlust durch ungewohnte oder zu starke Erregung der Gefühlsnerven bewirkt, und wir nennen dies so entstandene Gefühl der Unlust vorzugsweise Schmerz. Da die Gefühlsnerven an der ganzen Oberfläche des Körpers, sowie in sehr vielen inneren Theilen desselben verbreitet sind, während die übrigen Sinnesnerven nur an einzelne beschränkte Organe geknüpft sind, und da die Gefühlsnerven so unendlich viel zahlreicheren und mannichfach wechselnden äußeren Einwirkungen ausgesetzt sind, während die übrigen Sinnesnerven vermöge der besonderen Organe, in die sie sich endigen, in der Regel nur ganz bestimmten Reizen zugänglich sind, der Sehnerv dem Lichte, der Hörnerv dem Schalle u. s. w., so begreift es sich leicht, daß die durch abnorm gesteigerte Thätigkeit der Gefühlsnerven vermittelten Unlustgefühle, die Schmerzen, so unendlich viel häufiger vorkommen und so unendlich viel größere Verschiedenheiten zeigen, als die durch die übrigen Sinnesnerven vermittelten Unlustgefühle. In pathologischer Hinsicht bietet deßhalb unter den krankhaft gesteigerten Thätigkeiten der Sinnesnerven auch nur der Schmerz ein besonderes Interesse dar.

Man hat sich namentlich in neuester Zeit sehr viel Mühe gegeben, das Wesen des Schmerzes genau zu bestimmen und das verschiedene Verhalten desselben hinsichtlich seiner Erscheinung, wie seiner näheren und ferneren Bedingungen zu erklären; man hat dabei aber vielfach nach Fernem und Wunderbarem gesucht und das Nächstliegende und Natürliche übersehen. Der Ausdruck »Schmerz« bezeichnet nämlich gar keinen wissenschaftlichen, streng begrenzten Begriff, sondern ist ein Ausdruck des gewöhnlichen Lebens, mit denen die Vorstellungen von Unbehagen, Störung u. s. w. auf mannichfache Weise verbunden werden, auf die es aber bei der wissenschaftlichen Frage nach dem Wesen des Schmerzes gar nicht ankommt. Deßhalb nennt denn auch der Eine Schmerz, was der Andere kaum beachtet. Wie bereits

bemerkt, ist der Schmerz als Unlustgefühl eigentlich nur psychische Affection und nicht Sache der Gefühlsnerven; er wird nur durch die Thätigkeit der Gefühlsnerven hervorgerufen, und was diese Mitwirkung der Gefühlsnerven bei dem Schmerze betrifft, — womit wir es hier allein zu thun haben, — so müssen wir sagen, daß eine jede, dem Grade oder der Art nach ungewohnte und dadurch absolut oder relativ abnorm gesteigerte Erregung eines Gefühlsnerven, die zum Bewußtsein gelangt, als Schmerz bezeichnet wird.

Ungewohnt muß die Erregung der Gefühlsnerven sein, die Schmerz verursachen soll. Eine warme Flüssigkeit, die ohne allen Schmerz im Munde gehalten und verschluckt wird, erregt auf der Haut und weit mehr noch im Auge brennenden Schmerz. Ein Kopfschmerz, wie er häufig durch Blutandrang zur Kopfschwarte verursacht wird, ist als Empfindung betrachtet, lange nicht so stark, daß nicht jede Berührung der Stirne mit der Hand eine stärkere Empfindung hervorrufen und dadurch für den Augenblick den Kopfschmerz verdecken sollte; aber es ist eine Empfindung, die wir im gewöhnlichen gesunden Zustande nicht haben, die uns deßhalb stört und die wir somit als Schmerz bezeichnen. Ein jedes Gefühl im Inneren eines Zahnes nennen wir Zahnschmerz, auch wenn es der Stärke der Empfindung nach nur mit leisem Kitzeln und Jucken der Haut zu vergleichen wäre. Ebenso verhält es sich mit hundert anderen Arten von Schmerzen; nicht eine absolute, wohl aber eine relativ gesteigerte Thätigkeit sensibler Nerven liegt ihnen zu Grunde. — Um so mehr aber muß Schmerz entstehen, wenn die Thätigkeit sensibler Nerven durch ungewöhnlich starke Reize absolut gesteigert wird.

Ursache von Schmerzen kann demnach Alles werden, was mechanisch oder chemisch auf eine sensible Nervenprimitivfaser mittelbar oder unmittelbar einwirkt und es ist diese täglich und stündlich zu beobachtende Thatsache, daß eine jede, z. B. durch mechanische Einwirkung bedingte Gefühlsempfindung vermittelst allmäliger Verstärkung dieser Einwirkung sich zum Schmerze steigern läßt, und daß alle durch Einwirkung auf Gefühlsnerven Schmerz erregenden Einflüsse auf Muskelnerven angewandt, Zusammenziehung der Muskeln, also vermehrte Thätigkeit, bewirken, mit allem Rechte als ein zuverlässiger Beweis dafür geltend gemacht worden, daß der Schmerz, so weit nämlich die Gefühlsnerven dabei betheiligt sind, nur auf gesteigerter Thätigkeit dieser Gefühlsnerven beruhe. Bei weitem die häufigsten Ursachen von Schmerzen sind bloß mechanisch wirkende, wie der Gefühlssinn überhaupt der Sinn für mechanische Einwirkungen ist. Jeder ungewöhnliche Druck, jede Spannung, Zerrung, Dehnung eines mit sensiblen Nervenfasern versehenen Körpertheiles oder einer solchen Nervenfaser selbst, — wo die Ursache auf sie unmittelbar einzuwirken vermag, erregt Schmerz, und um so stärkeren, je heftiger die Einwirkung ist, und je mehr sensible Nervenfasern gleichzeitig betroffen werden. Abgesehen deßhalb von solchen Ursachen, die unmittelbar von außen einwirken, wie Verwundungen, Stöße, Quetschungen, sind die verbreitetsten Ursachen der Schmerzen die Entzündungen, die schon an sich immer mit mehr oder weniger Anschwellung verbunden sind, wodurch die naheliegenden Nervenfasern in mannichfacher Weise gedrückt, gezerrt und gereizt werden, und die Producte der Entzündungen, Ausschwitzungen, Geschwülste, Verbildungen aller Art. Aber auch bloße Congestion ist unter geeigneten Verhältnissen vollkommen hinreichend, selbst sehr heftige Schmerzen zu erregen, wie denn überhaupt nicht außer Acht zu lassen ist, daß bei der außerordentlichen Feinheit und Erregbarkeit der Nervenfasern es viel weniger auf die mate-

rielle Größe der einwirkenden Ursache, als auf die rechte Stelle ankommt, die dieselbe im Verhältnisse zur Nervenfaser einnimmt. Es ist deßhalb auch der unhaltbarste Grund gegen die hier befolgte Annahme, daß nämlich bei jedem Schmerze eine außerhalb der Nervenfaser befindliche Ursache dieselbe zu gesteigerter Thätigkeit anregen muß, und es zeugt für die große Neigung, über dem fernliegenden Wunderbaren das Nächstliegende zu übersehen, wenn man sich auf die häufige Unmöglichkeit, eine solche materielle Ursache aufzufinden, auf das negative Resultat so vieler Leichenöffnungen beruft und daraus auf eine dem Schmerze wie anderen sogenannten Neurosen zu Grunde liegende, bloß immaterielle und functionelle Störung zu schließen sich berechtigt glaubt. So viel steht fest, daß auch der gesundeste Empfindungsnerv in jedem Augenblicke durch geeignete mechanische oder chemische Einwirkung zum Vermittler des heftigsten Schmerzes werden kann. Der Annahme einer Hyperästhesie, als eines abnormen Zustandes der Nerven, der namentlich allen dauernden und anscheinend selbstständigen Schmerzen zu Grunde liegen soll, bedarf es mithin nicht, da auch eine dauernde, obwohl in ihrer Wirkung auf die Nervenfaser wechselnde, unserer Untersuchung aber so leicht sich entziehende materielle Ursache das Verhalten dieser anscheinend selbstständigen Schmerzen ebenso vollständig und mehr mit den sonstigen Gesetzen des Organismus übereinstimmend erklärt. Wohl aber scheint es eine Hyperästhesie, eine krankhafte Erregbarkeit, eine erhöhte Leitungsfähigkeit, wie sämmtlicher anderer Nerven, so auch der sensitiven Nervenfasern zu geben, bei der schon verhältnißmäßig geringfügige Einwirkungen heftige Schmerzen erregen und die deßhalb eine nicht zu übersehende Anlage zu Schmerzen begründet. Aber auch diese auf einem abnormen Zustande der Nerven selbst beruhende Hyperästhesie ist wohl zu unterscheiden von einer nicht selten vorkommenden geistigen Empfindlichkeit, die gerade deutlich erkennen läßt, daß, wie die Empfindung überhaupt, so auch der Schmerz im Grunde nur psychische Affection, der Gefühlsnerv aber nur der Vermittler beider, der Empfindung wie des Schmerzes ist. Mit den höchsten Graden nervöser Hyperästhesie, wie sie namentlich bei zarten, nervösen Frauen vorkommt, finden wir nicht selten eine ungewöhnliche Fähigkeit, Schmerzen mit Gleichmuth zu ertragen, während wir jener geistigen Empfindlichkeit gerade bei den stärksten Männern begegnen, deren Nerven nichts weniger als krankhaft erregbar sind. Eine auch hinsichtlich ihrer äußeren Erscheinungsweise wichtige Verschiedenheit bieten die Schmerzen dar, je nach der Stelle, an welcher die sensitive Faser von der schmerzerregenden Ursache betroffen wird; denn, wie alle Empfindungen, so können auch die Schmerzen entweder peripherisch oder centrisch erregt werden, d. h. es kann die Ursache an dem peripherischen oder centralen Ende oder irgendwo in ihrem Verlaufe auf eine sensible Nervenfaser einwirken, und es gilt hier das Gesetz der excentrischen Erscheinung in seiner ganzen Ausdehnung, so daß der Schmerz immer an dem peripherischen Ende des Nerven empfunden wird, an welcher Stelle er auch zur gesteigerten Thätigkeit mag angeregt worden sein. In den bei weitem zahlreichsten Fällen ist der Schmerz auch seiner Entstehung nach ein peripherischer, schon weil die Empfindungsnerven theils durch ihre peripherische Ausstrahlung selbst, theils durch ihre Verbreitung in Organen, die häufig der Sitz mannichfacher organischer Entartungen sind, hier ungleich mehr allen schädlichen Einwirkungen ausgesetzt sind, als während ihres Verlaufes in den größeren Nervenbahnen oder gar an ihrem centralen Ende. Hierher gehören denn außer den unmittelbar durch äußere Einwirkung hervorgerufenen auch die

meisten der durch Entzündung und deren Producte bewirkten Schmerzen, insofern nämlich diese Entzündungen von den Nerven selbst verschiedene Organe betreffen. Allein es können auch die Nerven selbst oder wenigstens die Nervenscheiden der Sitz von Entzündungen und Entzündungsproducten, Ausschwitzung, Verdickung sein, oder es können dieselben an allen Stellen ihres Verlaufes in den Kreis naheliegender Entartungen der verschiedensten Art hineingezogen werden, wodurch ihre Primitivfasern eine Zerrung und Reizung erleiden; es können selbst an dem Ursprunge der Nervenfasern in dem Centralorgane Congestion, Ausschwitzung u. s. w. als reizende Schädlichkeit auf dieselben einwirken; und in solcher Weise entstehen nicht selten die heftigsten, dauerndsten, und, weil hier die Ursache sich während des Lebens fast immer, häufig selbst nach dem Tode, jeglicher Untersuchung entzieht, anscheinend ganz selbstständigen Schmerzen. So lange die Thätigkeit der sensiblen Nervenfaser überhaupt, und namentlich das Gesetz der excentrischen Erscheinung noch nicht hinlänglich erkannt war, und so lange die pathologische Anatomie weniger häufig, als dies jetzt schon der Fall ist, die materielle Ursache auch bei dieser Art von Schmerzen nachgewiesen hatte, konnte man sich wegen mancher Eigenthümlichkeiten in der äußeren Erscheinungsweise für berechtigt halten, diese mehr oder weniger centrisch erregten Schmerzen für eine wesentlich verschiedene, in einer besonderen Affection des Nerven begründete Art zu halten und man pflegte sie demgemäß als Neuralgien von allen sonstigen Schmerzen zu unterscheiden. Gegenwärtig fehlt es an aller und jeder Berechtigung zu solcher Unterscheidung, denn die Neuralgien, wie alle anderen durch Entzündung oder sonstige am peripherischen Ende der Nervenfaser einwirkende Ursachen erregten Schmerzen sind wesentlich dasselbe, sie sind in gleicher Weise vermittelt durch relativ oder absolut gesteigerte Thätigkeit der sensiblen Nervenfaser, und diese gesteigerte Thätigkeit wird in gleicher Weise bedingt durch materielle Schädlichkeiten, die von außen auf die Nervenfaser einwirken. — Man hat in neuester Zeit auf zahlreiche und sorgfältige Beobachtungen gestützt, es als ein Zeichen wahrer Neuralgie geltend gemacht, daß der Schmerz gerade an solchen Stellen dumpf empfunden werde und von derselben Stelle schießend ausstrahle, wo die Nerven gegen die Oberfläche hin aus Knochenkanälen oder durch die Aponeurosen bis unter die Haut hervortreten. So verhält es sich in der That mit dem Gesichtsschmerze, der den Supra- oder Infraorbitalnerv betrifft, mit der Intercostal-Neuralgie, mit der Neuralgie des Hüftnerven; es ist aber leicht begreiflich, warum gerade an diesen Stellen, wo die Nerven durch wenig nachgiebige Theile hindurchtreten, irgend eine selbst geringe materielle Veränderung in der Umgebung des Nerven vorzugsweise leicht auf denselben einwirkt und wie dadurch die eigenthümliche Form des Schmerzes bedingt wird.

Aber noch eine andere Form von Schmerzen verdient unsere ganze Beachtung, die ebenfalls vom Centralorgane aus erregt werden, obwohl ihre Ursache keine centrische, sondern eine peripherische ist. Es sind dies die durch Mitempfindung erregten, die irradiirten Schmerzen. Wie man sich die Entstehung der Mitempfindung zu erklären hat, ist aus der Physiologie hinlänglich bekannt. Bei den normalen Empfindungen kommen jedoch nur äußerst wenige Mitempfindungen vor; auch würde begreiflicher Weise die Bestimmtheit und Klarheit der Empfindungen im höchsten Grade beeinträchtigt werden, wenn sich dies anders verhielte. Um so häufiger dagegen findet eine Irradiation der Schmerzen Statt, und es ist dies mit Recht als ein triftiger

Beweis mehr für die Ansicht geltend gemacht worden, daß dem Schmerze eine gesteigerte Thätigkeit der sensiblen Nervenfaser zum Grunde liege. Es giebt vielleicht keinen Schmerz, der nicht zum größeren oder kleineren Theile irradiirter Schmerz wäre, und je heftiger der ursprüngliche Schmerz an sich und je nervenreicher der ergriffene Körpertheil ist, desto leichter und desto weiter verbreitet sich der Schmerz durch Vermittelung des Centralorganes über den Kreis der ersten Ursache hinaus. Schon jeder heftigere Entzündungsschmerz lehrt uns dies Verhalten kennen; bei Zahn- und Kopfschmerzen ist es dem Leidenden oft unmöglich, die Stelle des ursprünglichen Schmerzes mit Bestimmtheit anzugeben, und bei heftigen Neuralgien mögen die bald hier, bald da im Verlaufe des Nerven aufblitzenden Schmerzen ebenso häufig auf Irradiation, als auf der wechselnden unmittelbaren Reizung bald dieser, bald jener Primitivfasern beruhen. Ohne volle Berücksichtigung dieser Eigenthümlichkeit der sensiblen Thätigkeit, bei ihrer krankhaften Steigerung die mannichfachsten Mitempfindungen zu erregen, ist es unmöglich, die Natur der Schmerzen in einem gegebenen Falle richtig zu beurtheilen. So hat man es als eine besondere und unterscheidende Eigenthümlichkeit sogenannter neuralgischer Schmerzen geltend gemacht, daß dieselben durch eine leise Berührung des leidenden Theiles vermehrt, durch einen stärkeren Druck dagegen vermindert werden. Diese Eigenthümlichkeit, die man bisher nicht zu erklären vermochte, erklärt sich jedoch leicht durch die Irradiation der Empfindung. Es ist ein ganz allgemeines Gesetz, daß jede auf einer Mitwirkung der Centraltheile beruhende Nerventhätigkeit, die irradiirte sowohl, wie die reflectirte, um so leichter erfolgt, je öfter sie in einer und derselben Weise bereits angeregt worden ist. Langdauernde Schmerzen eines und desselben Nerven steigern deßhalb die Neigung zu Irradiationen von diesem Nerven aus, wie eine zur Gewohnheit gewordene Reflexbewegung oder eine häufig wiederholte Ideenassociation durch den leichtesten Anlaß hervorgerufen wird. Andererseits aber werden Reflexbewegungen wie Mitempfindungen viel weniger leicht durch entschiedene und starke Eindrücke, die bestimmte bewußte Empfindungen verursachen, als durch geringe und unbestimmte Einwirkungen erregt, und so erklärt es sich, wie bei meist langdauernden und heftigen Neuralgien eine leichte Berührung des leidenden Theiles den Schmerz steigern, d. h. irradiirte Empfindungen hervorrufen kann, während ein stärkerer Druck dies nicht vermag, wohl gar durch die entschiedene bewußte Empfindung, die er erregt, den vorhandenen Schmerz übertäubt und scheinbar beschwichtigt.

Jeder Körpertheil, der mit sensiblen Hirnnervenfasern versehen ist, kann der Sitz schmerzhafter Empfindungen werden, und umgekehrt kann nur ein solcher mit sensiblen Hirnnervenfasern versehener Körpertheil der Sitz schmerzhafter Empfindungen sein. Wenn man früher, wo die feinere Anatomie noch weniger fortgeschritten war, sich zu der Annahme berechtigt glaubte, als ob Körpertheile, die im gesunden Zustande für unempfindlich gehalten wurden, in einem krankhaften Zustande, insbesondere durch Entzündung erst empfindlich und schmerzhaft werden könnten, so haben neuere Untersuchungen die gänzliche Grundlosigkeit dieser Annahme hinlänglich dargethan, so daß wir weit eher umgekehrt aus der Schmerzlichkeit oder Unschmerzlichkeit gewisser Theile bei Entzündungen auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein sensibler Hirnnervenfasern schließen dürfen, wenn auch die Anatomie in dieser Hinsicht noch zu keinem sicheren Resultate gelangt sein sollte. Uebrigens sind in den serösen, wie in den fibrösen Häuten, in der Brust-

und Bauchfellhaut und in der Beinhaut, den Sehnen und Bändern in neuester Zeit zahlreiche Nervenfasern nachgewiesen worden, und es erklärt sich dadurch hinreichend die wegen der geringen Nachgiebigkeit dieser Gebilde gerade besonders starke, früher räthselhaft erscheinende Schmerzhaftigkeit der Entzündung dieser Häute, der Periostitis, der Gelenkentzündungen, der Pleuritis, der Peritonitis, sowie der auf übermäßiger Ausdehnung eines Darmstückes und der dasselbe überziehenden serösen Haut beruhenden Kolik u. s. w., während die gänzliche Schmerzlosigkeit der Darmschleimhaut selbst bei den bedeutendsten Zerstörungen derselben durch Darmgeschwüre, die Schmerzlosigkeit bei reiner Lungenentzündung, sowie bei Verbildung und Zerstörung fast aller parenchymatösen Organe, so lange nicht ihre Bekleidungshaut mitergriffen wird, nur in dem Mangel an sensiblen Hirnnervenfasern seinen Grund hat.

Hinsichtlich der Stärke können die Schmerzen die allerverschiedensten Grade zeigen, denn von der normalen Empfindung und vom leisen Jucken und Kitzeln, das eine oberflächliche Hautentzündung begleitet, bis zum heftigsten, selbst die Besinnung raubenden Schmerze ist eine ganz ununterbrochene Stufenfolge. Auch zur Erklärung dieser quantitativen Verschiedenheit der Schmerzen hat man voreiliger Weise sich zu der Annahme berechtigt geglaubt, es liege der Grund davon zum Theile wenigstens in den verschiedenen Nerven selbst; die Nerven gewisser Theile sollten an sich empfindlicher sein, oder sollten wohl gar mit dem allgemeinen Gefühle in einer innigeren Verbindung stehen, als andere. Richtiger jedoch, übereinstimmender mit der Thätigkeit der Empfindungsnerven überhaupt und ebenso vollständig läßt sich diese quantitative Verschiedenheit der Schmerzen erklären durch genaue Berücksichtigung der verschiedenen Ursachen, der örtlichen Umgebung und Lage, sowie endlich der durch vorhergegangene Leiden bereits gesteigerten Erregbarkeit der betreffenden Nerven. So ist der Entzündungsschmerz in der Regel ein geringerer, als der durch stärkere Zerrung einer Nervenfaser bewirkte: so verursacht dieselbe Entzündung Schmerzen von sehr verschiedener Heftigkeit, je nachdem sie in dem unnachgiebigen inneren Ohre, in einer Zahnwurzel, unter Aponeurosen und in fibrösen und serösen Häuten, oder umgekehrt, in der ausdehnbaren Zunge oder in der äußeren Haut ihren Sitz hat.

In derselben Weise aber beruht auch die ebenso mannichfache qualitative Verschiedenheit der Schmerzen, mit der man sich so viel beschäftigt und behufs deren Erklärung man die wunderlichsten Hypothesen aufgestellt hat, durchaus nicht in einer verschiedenartig veränderten Nerventhätigkeit selbst, sondern einzig und allein in der Verschiedenheit und der verschiedenen Einwirkung der äußeren materiellen Ursachen, die den Nerven zu gesteigerter Thätigkeit anregen. Zunächst ist es also die Natur dieser Ursachen, dann die Art und Weise, wie dieselben auf die betreffende sensible Nervenfaser einwirken, die wieder großentheils von der Lage und Umgebung, kurz der ganzen Oertlichkeit des Nerven abhängt, was die qualitative Verschiedenheit der Schmerzen bedingt. Wird eine einzelne sensible Nervenfaser betroffen, so entsteht ein stechender Schmerz. In den meisten Fällen sind es jedoch mehrere naheliegende Nervenfasern, die durch den ungewohnten Reiz krankhaft angeregt werden, und hier wird es davon abhängen, ob dieselben gleichzeitig oder nach einander, und zwar in welcher besonderen raschen Aufeinanderfolge, in welcher Ausdehnung, in welchem Stärkegrade dieselben erregt werden, denn danach wird der entstehende Schmerz entweder als drückender, oder

als bohrender, spannender, brennender, klopfender, reißender u. s. w. empfunden werden. Schon daß alle diese verschiedenen Arten Schmerzen durch eine und dieselbe Ursache, z. B. eine Entzündung, bedingt sein können, je nachdem dieselbe nämlich in verschiedenen Körpertheilen ihren Sitz oder einen verschiedenen Verlauf hat, beweis't zur Genüge, daß es sich hier nicht um Verschiedenheiten in der Thätigkeit der Nerven, sondern nur um Verhältnisse handelt, die ganz außerhalb der Nerven liegen. Dieselbe Bewandtniß hat es endlich mit der Verschiedenheit der rheumatischen, gichtischen, syphilitischen und anderen von sogenannten dyskrasischen Schärfen verursachten Schmerzen. Insofern diesen wirklich eine unterscheidende Eigenthümlichkeit beizulegen ist, was jedoch bei weitem nicht in dem Grade der Fall sein dürfte, als es von den praktischen Aerzten vielfach geschieht, kann dieselbe auch nur abhängen von der Verschiedenheit des Gewebes, das der Sitz der primären krankhaften Veränderung ist und von der verschiedenen Natur dieser Veränderung selbst.

So ist der Schmerz in allen Fällen nur durch eine relativ oder absolut gesteigerte Thätigkeit der sensiblen Hirnnervenfaser bedingt, und alle seine Verschiedenheiten hinsichtlich der Entstehung, der Ausbreitung, der Stärke und der Art hängen nur von den materiellen Ursachen ab, die von außen die sensible Nervenfaser zu dieser gesteigerten Thätigkeit erregen.

b) Krankhafte Verminderung der durch sensible Gehirnnervenfasern vermittelten Empfindungsthätigkeit.

Den Gegensatz zum Schmerze bildet die mehr oder weniger vollständige Empfindungslosigkeit; wie jener auf gesteigerter Thätigkeit der Gefühlsnerven, so beruht diese auf verminderter oder aufgehobener Thätigkeit der Sinnesnerven überhaupt. Die Sinnesempfindungen werden jedoch nicht ausschließlich durch die Sinnesnerven vermittelt, sondern eine gleich wichtige Rolle spielen dabei auch die Sinnesorgane einerseits und die empfindenden Centralorgane andererseits, und es kann deßhalb eine Empfindungslosigkeit auch in Folge von Fehlern dieser Sinnesorgane oder von mangelhafter Thätigkeit des Gehirnes und ohne alle Theilnahme der Sinnesnerven stattfinden. Hier ist jedoch nur die Rede von der Empfindungslosigkeit, die ausschließlich in verminderter oder aufgehobener Thätigkeit der Sinnesnerven ihren Grund hat, nicht aber von denen, wo entweder in Folge krankhafter Veränderungen der Sinnesorgane die Nerven von den einwirkenden Reizen nicht in Thätigkeit gesetzt werden können, oder wo in Folge krankhafter Zustände des Gehirnes die an sich normale Thätigkeit der Sinnesnerven keine bewußte Empfindung zu vermitteln vermag. So kann Verbildung des Auges, selbst nur der Hornhaut, Blindheit, vollkommene Verstopfung des Gehörganges, Verdickung des Trommelfelles kann Taubheit verursachen, durch krankhafte Veränderung der Schleimhaut der Nase und des Mundes kann Geruch- und Geschmacklosigkeit entstehen, und schwielenartige Verdickung der Oberhaut kann nicht nur die Feinheit des Tastsinnes beeinträchtigen, sondern selbst gegen gröbere Einwirkungen und gegen Wärme und Kälte in hohem Grade unempfindlich machen. Auf der anderen Seite läßt schon das bloße Vertieftsein in Gedanken manche Sinnesempfindungen nicht zum Bewußtsein kommen, und in den höheren Graden des krankhaften Schlafes und der Betäubung werden auch die stärksten Sinnesempfindungen nicht wahrgenommen. In allen diesen Fällen aber ist keine auf verminderter

oder aufgehobener Thätigkeit der Sinnesnerven beruhende Empfindungslosigkeit vorhanden.

Die hier in Rede stehende, auf verminderter oder aufgehobener Thätigkeit sensibler Hirnnerven beruhende Empfindnngslosigkeit kann übrigens in gleicher Weise alle fünf Sinne betreffen und sie kann in jedem derselben in allen Graden und Abstufungen vorkommen von bloß verminderter Schärfe der Sinne bis zu gänzlichem Mangel derselben. Amblyopie und Amaurose, nervöse Schwerhörigkeit und vollkommene Taubheit, mehr oder weniger vollständiger Mangel des Geruches und Geschmackes, sowie alle Grade der Gefühllosigkeit gehören, wenn auch in sehr verschiedenen Verhältnissen der Häufigkeit zu den täglich vorkommenden Gegenständen pathologischer Beobachtung. Was insbesondere die verschiedenen Grade der Empfindungslosigkeit betrifft, so zeigt sich schon innerhalb der sogenannten Breite der Gesundheit bei verschiedenen Individuen eine merkliche Verschiedenheit in der Schärfe der Sinne. Während der Eine mit dem schärfsten und stärksten Gesichte, mit dem feinsten Gehöre oder Gefühle, mit sehr empfindlichen Geruchs- und Geschmacksnerven begabt ist, — ganz abgesehen von dem, was durch Uebung und Ausbildung erlangt werden mag, — ist ein Anderer nur die gröberen Sinneseindrücke aufzufassen und zu unterscheiden im Stande. Ohne Zweifel mag auch hiervon noch Manches auf Rechnung der in verschiedener Vollkommenheit ausgebildeten Sinnesorgane zu bringen sein; allein ebenso unbestreitbar ist es, daß diese Verschiedenheit großentheils auch in einem verschiedenen Zustande der Nerven, in einer ursprünglich verschiedenen Organisation der Nervenfaser und dadurch bedingter verschiedener Thätigkeit derselben ihren Grund hat. Den Beweis dafür liefern gerade die geringeren Grade der meistens nur allmälig sich ausbildenden Anästhesie, die sich ebenso, wie dies in entgegengesetzter Richtung mit den geringeren Graden des Schmerzes der Fall ist, unmittelbar an die normale Empfindung anschließen. — Man hat wohl geglaubt, diese geringeren Grade der Anästhesie durch die Annahme erklären zu können, es würden anfangs nur einzelne Nervenfasern, und erst allmälig eine immer größere Anzahl derselben von vollkommener Anästhesie befallen, und es beruheten mithin die verschiedenen Intensitätsgrade der Anästhesie nur auf dem Ergriffensein einer größeren oder geringeren Anzahl von Nervenfasern; allein es ist leicht einzusehen, wie unzulänglich diese Erklärung ist. Es ist nämlich ein wesentlicher Unterschied zwischen einem schwachen Gesichte und einzelnen Lücken im Sehfelde, die durch Anästhesie ganz vereinzelter Nervenfasern bedingt sind, oder zwischen dem Gefühle von Pelzig- und Taubwerden der Haut und dem weniger deutlichen und bestimmten Gefühle am Rücken in Folge geringeren Nervenreichthumes. Wir sehen uns daher genöthigt, zur Erklärung selbst der geringeren Grade der Anästhesie eine auf abnormer Organisation der Nervenfaser beruhende verminderte Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit, eine Stumpfheit der sensiblen Nerven anzunehmen, obwohl man bis jetzt nicht im Stande ist, die Natur dieses Organisationsmangels näher zu erkennen. Es bildet aber diese verminderte Erregbarkeit der sensiblen Nervenfaser den Gegensatz zu der gesteigerten Erregbarkeit der sensiblen Nerven, zu deren Annahme ebenfalls zahlreiche Thatsachen nöthigen, obwohl wir ihre organische Bedingung nicht anzugeben vermögen, und deren wir früher als einer wichtigen Anlage zu Schmerzen erwähnten. Hiermit aber stellt sich zugleich das Verhältniß des Schmerzes und der Empfindungslosigkeit deutlich heraus. Dieselben bilden allerdings, wie oben erwähnt, den entschiedensten Gegensatz hinsichtlich ihrer

äußeren Erscheinung, denn der erstere besteht in krankhaft gesteigerter, die letztere in krankhaft verminderter Thätigkeit der sensiblen Hirnnervenfasern; aber sie bilden durchaus keinen Gegensatz hinsichtlich ihres inneren Grundes, denn der Schmerz hat immer diesen Grund in einer dem Nerven äußeren materiellen Ursache, und der verschiedene Grad der Erregbarkeit, mithin der verschiedene Zustand des Nerven kann höchstens als Anlage dabei mitwirken, während die Empfindungslosigkeit ihren vollen Grund nur in dem krankhaften Zustande des Nerven, in der mehr oder weniger verminderten oder ganz aufgehobenen Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit desselben hat, die jedoch ihrerseits wieder verschiedene Bedingungen haben kann. Es leuchtet daher von selbst ein, warum der Begriff der Hyperästhesie als Gegensatz der Anästhesie in keiner Weise den Begriff des Schmerzes deckt, welcherlei Art von Schmerzen man dabei auch im Sinne haben mag. Beide beziehen sich nämlich nur auf den verschiedenen Zustand des Nerven. Denn Niemand wird es als Anästhesie bezeichnen, wenn in Folge eines Mangels an äußeren Reizen keine Empfindung zu Stande kommt, und doch würde nur diese Empfindungslosigkeit den wahren Gegensatze zum Schmerze bilden, wenn wir nur den Grund des letzteren berücksichtigten. Der Schmerz beruht auf einer durch eine äußere Ursache erregten ungewöhnlichen Thätigkeit sensibler Nerven; die Anästhesie besteht in der Unfähigkeit sensibler Nerven, durch äußere Ursachen zur Thätigkeit angeregt zu werden.

Wie dem Grade der Stärke nach, so kann die Anästhesie nun auch hinsichtlich der Ausdehnung die größten Verschiedenheiten zeigen. Da alle Empfindung durch ganz isolirte Primitivnervenfasern vermittelt wird, deren jede nur einem bestimmten Punkte der Sinnesorgane oder des Körpers überhaupt entspricht, so hängt hier Alles davon ab, wie viele Primitivfasern ihre Leitungsfähigkeit eingebüßt haben, und dieses wird zunächst wieder nur von dem Sitze und der Ausdehnung der diese Leitungsfähigkeit bedingenden Ursache bestimmt werden. Wo ein Sinnesorgan nur einen einzigen Sinnesnerven besitzt, d. h. wo alle in demselben sich verbreitenden Primitivfasern in einer gemeinschaftlichen Bahn verlaufen, wie dies bei dem Gesichts- und Gehörsinne, sowie bei dem Geruchs- und Geschmackssinne der Fall ist, da kommt begreiflicher Weise am leichtesten durch krankhafte Veränderung des Nerven auch vollständige Anästhesie des betreffenden Sinnes, wie Blindheit, Taubheit u. s. w. vor, denn namentlich, wenn die die Leitungsfähigkeit des Nerven beeinträchtigende Ursache eine äußere, z. B. durch Druck wirkende ist, so wird sich deren Wirkung fast immer auf sämmtliche in der gemeinschaftlichen Bahn verlaufende Primitivfasern erstrecken. Doch fehlt es auch nicht an Fällen, wo selbst hier, z. B. im Gesichtssinne, die Anästhesie nur auf die Hälfte oder noch kleinere Theile der Netzhaut, ja selbst auf einzelne Primitivfasern sich beschränkt, was sich durch Halbsehen und durch größere oder kleinere Lücken im Sehfelde kund giebt. Daß Aehnliches auch bei dem Hör-, Riech- und Geschmacksnerven vorkommt, dürfte der Analogie zufolge kaum zu bezweifeln sein, obwohl es sich durch bestimmte Beobachtungen wohl kaum wird entscheiden lassen. — Bekanntlich werden die doppelt vorhandenen Sinne sehr häufig auf beiden Seiten gleichzeitig oder kurz nach einander von Anästhesie befallen, wie namentlich die häufigen Fälle von Amaurose beider Augen, von Taubheit beider Ohren lehren. Es bedarf jedoch zur Erklärung dieser Thatsache nicht der Annahme eines besonderen Consensus, dem zufolge das Leiden des einen Seh- oder Hörnerven das des anderen nach sich zu ziehen im Stande wäre, ein Vorgang, der selbst erst der näheren Erklärung

bedürfte, sondern es erklärt sich dieselbe wohl einfacher und vollständiger durch einen gemeinschaftlichen Ursprung dieser doppelt vorhandenen Sinnesnerven in dem mittleren Theile des Gehirnes. In zahlreichen Fällen, wo Blindheit, Taubheit u. s. w. durch Geschwülste an der Austrittsstelle der Nerven aus dem Gehirne oder durch sonstige noch mehr peripherische Ursachen bedingt wird, sehen wir das Leiden durchaus auf einer Seite beschränkt bleiben, und es dürfte dies hinreichend beweisen, daß in jenen Fällen, wo gleichzeitig oder kurz nach einander die Anästhesie auf die Nerven beider Körperseiten sich erstreckt, die Ursache derselben an jener gemeinschaftlichen Ursprungsstelle der beiderseitigen Nerven im Inneren des Gehirnes zu suchen ist, kurz, daß nicht das Leiden der einen Seite das der entgegengesetzten auf irgend eine Weise hervorruft, sondern daß beide in gleicher Weise Wirkungen einer gemeinschaftlichen Ursache sind. — Bei weitem am häufigsten kommt die partielle Anästhesie in den Gefühlsnerven vor, und es kann dies nichts weniger als auffallend erscheinen, wenn man bedenkt, wie ungleich zahlreicher die Nerven des Gefühlssinnes als die jedes anderen Sinnes sind, und in wie viele verschiedene Nervenbahnen dieselben vertheilt sind, um sich in alle Theile des Körpers zu verbreiten. Schädlichkeiten, die auf die Gefühlsnerven in ihrem peripherischen Verlaufe oder selbst im Rückenmarke einwirken, können deßhalb nur partielle Anästhesie verursachen und hier sehen wir gerade das Gesetz der isolirten Nervenleitung am entschiedensten bestätigt, indem die Anästhesie sich immer nur auf diejenigen Körpertheile erstreckt, die von den betreffenden Nerven ihre sensiblen Fasern erhalten. Allein man dürfte zu der Annahme geneigt sein, daß die zahlreichen Nerven des Gefühlssinnes auch im Gehirne keinen so beschränkten und gemeinschaftlichen Ursprung haben, wie dies bei den anderen Sinnesnerven der Fall zu sein scheint, wenn man bedenkt, wie höchst selten selbst bei centraler Ursache der Anästhesie diese im Bereiche des Gefühlssinnes sich auf beide Körperseiten erstreckt, während dies bei den übrigen Sinnen, namentlich dem Gesichts- und Gehörsinne so häufig vorkommt. Wenn in Folge von Hirnblutung oder sonstigen Desorganisationen des Gehirnes Gefühllosigkeit entsteht, so ist dieselbe wie die sie begleitende Lähmung fast immer nur eine halbseitige; aber selbst auf einzelne Glieder, ja selbst auf einzelne mehr oder weniger kleine Strecken der Haut, zwischen welchen das Gefühl ganz unversehrt bleibt, beschränkt sich zuweilen eine solche aus centraler Ursache entstandene Anästhesie, und sind wir auch durch unsere Kenntniß von dem isolirten Verlaufe und der isolirten Wirkung der Primitivfasern vollkommen im Stande einzusehen, wie überhaupt eine solche ganz partielle Anästhesie möglich ist, so sind wir bei unserer Unkenntniß über den centralen Verlauf und den Ursprung der Gefühlsnervenfasern doch weit davon entfernt, in dem einzelnen Falle den Grund und die Bedingung dieser zuweilen höchst auffallenden Unregelmäßigkeiten zu erkennen. Selbst die Entstehung der Anästhesie der Gefühlsnerven aus centraler Ursache im Allgemeinen und ihre Verbindung mit der aus gleicher Ursache entstandenen Lähmung der Muskelnerven bietet noch meist ganz ungelöf'te Räthsel dar; denn, wenn auch in der Regel Muskellähmung und Gefühllosigkeit bei Desorganisation des Gehirnes mit einander verbunden vorkommen, so begegnet uns doch auch nicht ganz selten eine so entstandene Lähmung ohne Gefühllosigkeit oder eine Gefühllosigkeit ohne Lähmung, und die pathologische Anatomie ist bis jetzt noch nicht im Stande gewesen, uns über den Grund dieser auffallenden Verschiedenheiten aufzuklären.

Eine auf den ersten Blick sehr auffallende Form der Gefühllosigkeit bietet die Anaesthesia dolorosa dar, eine Verbindung der sich sonst gerade entgegenstehenden Erscheinungen, der Empfindungslosigkeit nämlich und der Schmerzen. Es können nämlich die heftigsten Schmerzen scheinbar auch in denselben Körpertheilen gefühlt werden, die durch irgend eine Ursache gegen äußere Reize vollkommen unempfindlich geworden sind. Es sind solche Fälle vollkommen denjenigen an die Seite zu setzen, wo nach Amputation eines Gliedes oft noch Jahre lang Schmerzen scheinbar in dem verloren gegangenen Gliede gefühlt werden, und es erklären sich solche Fälle leicht nach dem Gesetze der excentrischen Erscheinung; denn insbesondere, wo die Ursache der Gefühllosigkeit eine mehr oder weniger peripherische ist, kann das centrale Ende des in dieser Weise betroffenen Nerven noch durch mannichfache innere Ursachen zu gesteigerter Thätigkeit, mithin zur Vermittelung von Schmerzen, veranlaßt werden, und diese kommen ganz in derselben Weise zum Bewußtsein, als wären sie an dem peripherischen Ende des von Anästhesie befallenen Nerven angeregt worden.

Da der Grund der Anästhesie immer in einer mehr oder weniger vollständigen Leitungsunfähigkeit der sensiblen Nerven liegt, so kann alles zur Ursache der Anästhesie werden, was die Organisation, die Form und Mischung der Empfindungsnerven physikalisch oder chemisch verändert und dadurch die auf jener Organisation beruhende Leitungsfähigkeit derselben vorübergehend oder dauernd vermindert oder gänzlich aufhebt. Hierher gehört mithin vor Allem jeder Druck auf die Nervenfaser, der einen gewissen Grad der Stärke hat. Ist derselbe jedoch nur von der Art, daß er die Organisation der Nervenfaser nicht geradezu zerstört, und dauert er nicht zu lange, so ist die dadurch bewirkte Empfindungslosigkeit nur eine vorübergehende und die Nervenfaser kann ihre Leitungsfähigkeit vollkommen wiedererlangen. So können schon heftige Congestionen zum Gehirne vorübergehend vollständige Amaurose, Taubheit oder Anästhesie des Gefühlssinnes bedingen. Leichter und häufiger noch geschieht dies durch Blutaustritt in Folge der Zerreißung eines Gefäßes oder durch Ausschwitzungen im Gehirne, sowie durch sonstige Entartungen und Geschwülste aller Art, die auf die Nerven in ihrem Ursprunge oder irgendwo in ihrem Verlaufe einen ungewöhnlichen Druck üben. Dauernde und unheilbare Anästhesie wird verursacht durch vollständige Zerstörung der feinen Organisation der Nervenfaser in Folge von starkem anhaltenden Drucke, von heftiger Zerrung oder von Eiterung, Erweichung u. s. w. Wir wissen ferner durch Versuche, daß narkotische Substanzen, namentlich Opium, mit der Nervensubstanz in Berührung gebracht, deren Leitungsfähigkeit örtlich und vorübergehend aufheben. Welcher Art jedoch diese Wirkung, ob sie eine chemische ist oder worauf sie sonst beruht, ist noch unentschieden; noch mehr aber muß es vorerst noch unentschieden bleiben, ob durch den organisch-chemischen Proceß im Körper bei krankhaften Zuständen sich Stoffe bilden können, die in ähnlicher Weise auf die Nerven wirken und dadurch zu Ursachen der Anästhesie wie der Lähmungen werden, was namentlich in Bezug auf die dem Gangliensysteme angehörigen Gefäßnerven auch jetzt schon nichts weniger als unwahrscheinlich ist. — Aber nicht bloß auf die Nervenfaser von außen her mechanisch oder chemisch wirkende Schädlichkeiten bewirken Anästhesie durch Veränderung der normalen Organisation dieser Nervenfaser, sondern auch mangelhafte Ernährung und dadurch herbeigeführtes Schwinden der Nerven hebt die Leitungsfähigkeit derselben auf und bedingt in den Empfindungsnerven Anästhesie. Ueber die Art, wie, und selbst über den Ort,

wo diese Ernährung der Nerven stattfindet, sind wir noch ganz im Dunkel; daß aber auch in den Nerven ein Stoffwechsel, ein Verbrauch und Wiederersatz vor sich geht, leidet keinerlei Zweifel, und wir haben dieses Schwinden der Nerven aus mangelhafter Ernährung, wobei nur die marklosen Hüllen übrig bleiben, als eine wichtige Ursache mancher Anästhesien anzusehen. Obwohl es durch vielfache Erfahrung bewiesen zu sein scheint, daß bei allgemeinem Darniederliegen der Ernährung die Nerven verhältnißmäßig am wenigsten und am letzten davon beeinträchtigt werden, so steht der Annahme doch nichts im Wege, daß durch besondere örtliche, wenn auch im Einzelnen schwer aufzufindende Ursachen die Ernährung auch in einzelnen Nerven gestört oder ganz aufgehoben werden könne, wie wir dies in ganz gleicher Weise an anderen Körpertheilen vorkommen sehen.

Die nicht ganz selten zu machende Erfahrung, daß Anästhesien, insbesondere Amaurose und Taubheit, zuweilen mit gewissen Unterleibsleiden, sogenannten Stockungen und dergleichen verbunden vorkommen, hat es seit lange unter den Aerzten als eine ausgemachte Sache ansehen lassen, daß in diesen Fällen jene Anästhesien durch diese Unterleibsleiden wirklich bedingt seien und nach gewohnter bequemer Weise nahm man auch hier zu einer besonderen Sympathie seine Zuflucht und glaubte die Sache damit hinlänglich erklärt. Thatsächlich ist jedoch hierbei nur das Eine, daß jene Anästhesien mitunter gleichzeitig mit solchen Unterleibsleiden vorkommen, während letztere in der unendlichen Mehrzahl der Fälle alle Arten und Grade durchlaufen können, ohne Amaurose oder Taubheit zu bewirken. Eine Verbindung beider, wie die von Ursache und Wirkung, ist nichts weniger als ausgemacht, ja ist sogar in höchstem Grade unwahrscheinlich. Auch wenn solche Anästhesien durch eine angeblich nur gegen das Unterleibsübel gerichtete ärztliche Behandlung gebessert oder gänzlich gehoben werden, so beweis't dies noch keinesweges, daß das Unterleibsübel die Ursache der Anästhesie gewesen ist, denn ebensowohl könnte in diesem Falle auch beiden eine gemeinschaftliche Ursache zum Grunde gelegen haben. Es ist mithin gar keine Nothwendigkeit vorhanden, eine solche *sympathische* Entstehung der Anästhesie anzunehmen, die überdies nichts erklärt, sondern selbst einer Erklärung im höchsten Grade bedürftig sein, und die mit allen bisher erkannten Gesetzen der Nerventhätigkeit in entschiedenem Widerspruche stehen würde. So weit uns bis jetzt die Ursachen der Anästhesie wirklich bekannt sind, bestehen sie immer nur in solchen, die örtlich und unmittelbar eine Störung der Organisation der Empfindungsnerven bedingen, wie mangelhafte Ernährung, oder Druck und Zerstörung des Nervenmarkes auf mechanische oder chemische Weise. Es ist aber nicht einzusehen, wie eine solche Organisationsstörung durch directe Nervensympathie bewerkstelligt werden sollte, während es viel näher liegt, anzunehmen, daß beiden gleichzeitig vorkommenden Leiden, der Anästhesie und dem Unterleibsleiden, eine gemeinschaftliche Ursache, z. B. eine Tonlosigkeit der Haargefäße theilweise zu Grunde liegt, und daß das Unterleibsleiden durch Störung des Blutlaufes nun um so leichter auch im Gehirne passive Blutfülle, Stockung des Blutes mit ihren Folgen, Ausschwitzung u. s. w. bewirkt, die dann ihrerseits erst Ursache der Organisationsstörung der betreffenden Empfindungsnerven werden.

Wie schon erwähnt, kann die Ursache der Anästhesie eine *centrale* oder eine *peripherische* sein und auf die Vollständigkeit der dadurch bedingten Empfindungslosigkeit ist dieser verschiedene Sitz der Ursache ohne allen Einfluß, da die Nervenfasern isolirt verlaufen und keine für die andere

thätig sein kann. Die Anästhesie kann ebenso vollständig sein, ob der betreffende Nerv an irgend einer Stelle seines peripherischen Verlaufes, oder bei seinem Austritte aus dem Gehirne, oder endlich an seinem Ursprunge im Gehirne selbst gedrückt, zerstört oder geschwunden ist. Von um so größerem Einflusse ist der peripherische oder centrale Sitz der Ursache auf die Ausdehnung der Anästhesie und insbesondere auch auf ihre Verbindung mit anderen Störungen der Nerventhätigkeit. Vorzugsweise gilt dies jedoch nur von der Anästhesie der Gefühlsnerven, da die übrigen Sinnesnerven nur in beschränkte Organe sich verbreiten, nur einen verhältnißmäßig sehr kurzen peripherischen Verlauf haben und mit Ausnahme des Geschmacksnerven keine fremde Nervenfasern in ihre Bahnen aufnehmen. In den Gefühlsnerven dagegen verhält sich dieses Alles gerade umgekehrt: sie verbreiten sich nicht nur in die ganze äußere Haut, sondern auch in manche innere Theile des Körpers, sie haben deßhalb großentheils einen sehr langen peripherischen Verlauf und ihre Bahnen scheinen fast überall neben den eigenen sensiblen Hirnnervenfasern theils motorische Hirnfasern, theils Rückenmarks- und Gangliennervenfasern zu enthalten. Die Anästhesie der Gefühlsnerven ist darum in der Regel um so ausgebreiteter, je näher dem Ursprunge der Nerven die Krankheitsursache ihren Sitz hat, und nicht selten kann man aus dem Grade dieser Ausbreitung mit großer Genauigkeit auf den Sitz der Ursache schließen. Dabei ist nicht zu übersehen, daß bei vollkommen centraler Ursache im Gehirne selbst, z. B. Apoplexie, die Anästhesie wegen der bekannten Kreuzung der Fasern im verlängerten Marke auf der dem Sitze der Ursache entgegengesetzten Körperseite statthat, — welches Gesetz nur wenige bis jetzt nicht hinlänglich erklärte Ausnahmen erleidet, während in den Fällen, wo die Ursache nicht die Wurzeln der Nerven selbst beeinträchtigt, sondern nur auf die Nerven an ihrer Insertion in's Gehirn einwirkt, wie bei manchen Geschwülsten innerhalb der Schädelhöhle, die Anästhesie auf der den Sitz dieser Ursache entsprechenden Körperseite sich zeigt.

Was endlich die Verbindung der Anästhesie mit anderen Störungen der Nerventhätigkeit betrifft, so scheinen dieselben durchaus nicht als Folgen und Wirkungen der Sensibilitätsstörung, wofür man sie häufig ausgegeben hat, sondern vielmehr als gleichzeitige, mit der Sensibilitätsstörung nur durch eine gemeinschaftliche Ursache verbundene Leiden anzusehen zu sein. Die normale Empfindung hat keine andere unmittelbare Wirkung, als auf das Sensorium; sie erregt nur Vorstellungen und Gefühle, aber keine andere körperliche Thätigkeit wird unmittelbar und deßhalb mit Nothwendigkeit von ihr hervorgerufen. Ebenso können nun auch Störungen der Empfindung, gesteigerte wie verminderte und aufgehobene Thätlichkeit sensibler Hirnnerven, Schmerzen, wie Anästhesien in allen Graden und Abstufungen und in allen Theilen des Körpers vorkommen und lange bestehen, ohne irgend eine anderweitige Wirkung nach sich zu ziehen. Schon dies zeigt zur Genüge, daß, wo andere Thätigkeitsstörungen mit Sensibilitätsstörungen verbunden vorkommen, dieselben entweder nur mittelbare, oft sehr entfernte Folgen der letzteren, oder, was viel häufiger der Fall ist, mit diesen gleichzeitige Wirkungen einer und derselben Ursache sind. Wie das Hören und Sehen gewisser Dinge und die dadurch erregten Vorstellungen in vielen Fällen Schamröthe oder Veränderungen des Herzschlages und Kreislaufes, Congestionen u. s. w. bewirken, so können auch heftige Schmerzen ähnliche Störungen des Kreislaufes, bald hier bald da, bald in dieser bald in jener Weise sich äußernd, zur Folge haben; allein es sind dies sehr entfernte Folgen, die nicht durch den Verlauf

und die Thätigkeitsweise der betreffenden sensiblen Nervenfasern selbst, sondern vielmehr durch die Centraltheile und deren individuelle und augenblickliche Stimmung bedingt werden, die deßhalb auch nicht mit Nothwendigkeit eintreten, sondern ebenso häufig fehlen können, und selbst, wo sie eintreten, die verschiedensten Formen zeigen. Wenn dagegen in manchen Fällen von Neuralgie des fünften Nervenpaares mit dem jedesmaligen Schmerzanfalle bedeutende Röthung des Auges und seiner Umgebung mit reichlichem Thränenflusse sich einstellt, Erscheinungen, die sich nur durch ein entschiedenes Mitleiden der Gefäßnerven dieser Theile erklären lassen, während in hundert anderen Fällen derselben Neuralgie diese Erscheinungen gänzlich fehlen, so dürfte dies nur in dem verschiedenen Sitze der Schmerz erregenden Ursache, wodurch bald die sensiblen Hirnfasern allein, bald auch die von gewissen Stellen aus mit ihnen in gemeinschaftlicher Bahn verlaufenden Gefäßnerven betroffen werden, seine Erklärung finden. Von dem Trigeminus wissen wir z. B., daß derselbe vom Ganglion Gasseri aus zahlreiche sympathische Nervenfasern beigesellt erhält, die sich mit ihm peripherisch verbreiten. Will man, wie es meistens geschieht, jene mit Neuralgie des Trigeminus zuweilen vorkommenden Störungen der Thätigkeit dieser sympathischen Gefäßnervenfasern dadurch erklären, daß man annimmt, in dem Ganglion Gasseri finde ein Reflex, sei es ein erregender oder lähmender, von den sensiblen Hirnfasern auf die sympathischen Fasern Statt, so ist gar nicht einzusehen, warum dieser Reflex nicht in allen Fällen eintritt, und doch giebt es zahlreiche Fälle des heftigsten Gesichtsschmerzes, ohne alle Theilnahme der Gefäßnerven. Man könnte nun zwar annehmen, um den erwähnten Reflex zu bewirken, müsse die Ursache der Neuralgie zwischen dem Ganglion Gasseri und dem peripherischen Ende des Trigeminus einwirken, und jene Fälle von Neuralgie dieses Nerven ohne alle Theilnahme der Gefäßnerven seien solche, wo eine mehr centrale Ursache die Neuralgie bedinge, wo der betreffende Nerv mithin nur an seinem mehr oder weniger centralen Theile zu krankhafter Thätigkeit angeregt werde, da in den sensiblen Nerven die Thätigkeit sich nur zum Centrum, nicht aber nach der Peripherie hin fortpflanzt. Es ist aber leicht einzusehen, daß bei dieser weiteren Annahme der erwähnte Reflex ganz überflüssig wird. Hat die Ursache der Neuralgie des Trigeminus vor dessen Knoten ihren Sitz, so kann sie ebensowohl auch unmittelbar auf die hier mit den sensiblen Fasern gemischten sympathischen Fasern einwirken, ja sie muß dies in den meisten Fällen wohl thun, und für die Annahme des überdies unnöthigen Reflexes fällt jeglicher Grund hinweg. Jedenfalls aber ist es nur der verschiedene, mehr oder weniger peripherische Sitz der Schmerz erregenden Ursache, von dem die etwaige Verbindung desselben mit anderweitigen Störungen der Nerventhätigkeit und insbesondere der Gefäßnerventhätigkeit bedingt wird. — Was aber in dieser Beziehung von dem Schmerze gilt, das gilt in gleicher Weise auch von der Anästhesie, nur daß hier noch viel deutlicher die Unabhängigkeit der Sensibilitätsstörung von anderen Störungen der Nerventhätigkeit sich kund giebt. Daß Blindheit und Taubheit das ganze Leben hindurch bestehen können, ohne anderweitige Folgen und Wirkungen auf den Körper zu haben, als diejenigen sind, die durch die verschiedene psychische Entwicklung vermittelt werden, die ihrerseits nothwendig mit jenen Anästhesien der höheren Sinne verbunden ist, ist eine zu bekannte Sache, als daß es nöthig wäre, weiter davon zu reden. Von besonderen Folgen der Geruch- und Geschmacklosigkeit auf andere körperliche Thätigkeiten lehrt die Erfahrung uns ebenso wenig. Um so mehr hat man sich mit

den Beziehungen der Gefühllosigkeit zu anderen körperlichen Störungen, und insbesondere zu der mit Gefühllosigkeit häufig verbunden vorkommenden mangelhaften Ernährung, der Atrophie empfindungsloser Theile beschäftigt. Die Gefühllosigkeit an sich hat aber ebenso wenig unmittelbare Folgen und Wirkungen auf den Körper, wie die Anästhesie der vier übrigen Sinne, und der Gefühlssinn steht in derselben ausschließlichen Beziehung zur psychischen Entwicklung, wie diese. Nur der gemeinschaftliche Verlauf der durch den ganzen Körper sich verbreitenden Gefühlsnerven mit Nervenfasern, die einen ganz verschiedenen Ursprung, eine verschiedene peripherische Ausbreitung und demgemäß eine verschiedene Wirkungsweise haben, bedingt die Möglichkeit einer mannichfachen Verbindung der Sensibilitätsstörung mit den Störungen anderer Nerventhätigkeiten, und nur der verschiedene Sitz der die Gefühllosigkeit bewirkenden Ursache bestimmt im einzelnen Falle die Art und Ausdehnung dieser Verbindung. Nur sehr selten kommt eine ganz centrale, für sich bestehende Anästhesie der Gefühlsnerven vor. Selbst bei centralem Ursprunge im Gehirne ist meist eine Lähmung der Muskelnerven gleichzeitig vorhanden, und hier bewirkt schon die mangelnde Bewegung des gelähmten und gleichzeitig gefühllosen Gliedes auch eine mehr oder weniger mangelhafte Ernährung desselben, obwohl nur in mittelbarer Weise. Auch erreicht in diesen Fällen die Atrophie nie einen hohen Grad. Dasselbe ist auch noch der Fall, wenn die Ursache der Anästhesie nicht im Gehirne, sondern im Rückenmarke ihren Sitz hat. Bei Tabes dorsualis findet kein eigentliches Schwinden der Glieder Statt, sondern höchstens eine Abmagerung, die der Störung des Allgemeinbefindens, der darniederliegenden Assimilation überhaupt und der gleichzeitigen Muskellähmung entspricht. Wirkliche Atrophie dagegen verbindet sich mit der Anästhesie nur dann, wenn die Ursache der letzteren einen Gefühlsnerven in seinem peripherischen Verlaufe trifft, wo demselben sympathische Nervenfasern beigemischt sind. Daher sehen wir gleichzeitig Anästhesie und Atrophie entstehen, wo Neurome oder sonstige Geschwülste peripherische Nerven durch Druck zerstören, wo solche Nerven ausgeschnitten wurden, oder auch, wenn durch Bruch der Wirbel oder durch Exostosen und sonstige Entartungen an denselben nicht bloß das Rückenmark, sondern auch die aus demselben austretenden Spinalnerven in irgend einer Weise beeinträchtigt wurden, denn gerade mit ihnen verbinden sich die aus dem Sympathicus kommenden und zur peripherischen Verbreitung in den äußeren Körpertheilen bestimmten Ganglienнerven. In allen diesen Fällen mithin ist die Atrophie nicht eine Folge der Sensibilitätsstörung, sondern beide sind, wie dies auch für die Verbindung der Schmerzen mit den Ernährungsstörungen geltend gemacht wurde, nur gleichzeitige Wirkungen einer gemeinschaftlichen, sensible Hirnfasern und Ganglienнervenfasern treffenden Ursache.

2. Störungen der Thätigkeit centraler Gehirnfasern.

Meiner Ansicht zufolge, die ich in meiner »Nervenphysiologie« näher zu begründen versucht habe, sind alle die sogenannten psychischen Thätigkeiten als Thätigkeiten der centralen Gehirnfasern aufzufassen und der höchst mangelhafte Zustand unserer Psychologie hat haupsächlich darin seinen Grund, daß es bisher nicht möglich war, und leider auch jetzt nur erst in den allgemeinsten Umrissen möglich ist, dieselbe auf eine erfahrungsmäßige Physiologie

des Gehirnes zu gründen. Eine wesentliche Stütze findet diese Ansicht aber auch jetzt schon in den krankhaften Störungen der psychischen Thätigkeiten. Dieselben lassen sich nämlich, wenn man sich nicht in die größten Widersprüche verwickeln und überdies Nahzusammengehöriges gewaltsam auseinanderreißen will, insgesammt nur als Thätigkeitsstörungen der centralen Gehirnfasern betrachten. Faßt man sie aber in dieser Weise auf, so bieten sie die mannichfachste und treffendste Uebereinstimmung mit den Störungen anderer Nerventhätigkeiten dar. Wie in den anderen Bereichen des Nervensystemes, so giebt es nämlich auch hier nur krankhafte Steigerung und krankhafte Verminderung der Thätigkeit, obwohl bei dem unendlich verwickelten Ineinandergreifen der zahllosen psychischen Thätigkeiten die krankhaften Abweichungen derselben eine ungleich größere Verschiedenheit der Form darbieten, als z. B. die krankhaften Veränderungen der Empfindung und der Bewegung. Zu der Classe der krankhaft gesteigerten oder wenigstens abnorm angeregten Thätigkeiten der centralen, dem Vorstellungsleben dienenden Gehirnfasern würde hiernach das krankhafte Träumen, der Fieberwahnsinn und die eigentliche Geistesstörung, zu der Classe der krankhaft verminderten oder aufgehobenen Thätigkeiten dagegen der krankhafte Schlaf, die Betäubung und die Geistesschwäche, von dem Verluste nur einzelner Thätigkeiten bis zum vollkommensten Blödsinn, zu rechnen sein. Die scheinbar so große Verschiedenheit in den Formen dieser doppelten Reihe krankhafter Thätigkeitsstörungen beruht nur in der Verschiedenheit der Natur und Wirkungsweise der dieselben bedingenden Ursachen, ist mithin keine wesentliche, auf eine Verschiedenheit des erkrankten Substrates oder auf ein verschiedenes Ergriffensein desselben sich beziehende. — Doch den sogenannten psychischen Krankheiten ist bereits ein ausführlicher Artikel dieses Wörterbuches gewidmet, und so mag es zur Erlangung einer vollständigen und richtigen Uebersicht der krankhaften Nerventhätigkeiten genug sein, hier nur ihre Stelle und ihre allgemeine Beziehung zu den nächstverwandten Thätigkeitsstörungen angedeutet zu haben. Nur über eine Form aus jeder Classe der hierhergehörigen Krankheitserscheinuugen, über den Fieberwahnsinn und die Betäubung, von denen, weil ihre Ursachen und ihre Entstehungsweisen so offenbar sind, Niemand bezweifelt, daß sie auf krankhaft erregter und krankhaft unterdrückter Gehirnthätigkeit beruhen, sei es gestattet, hier einiges Nähere anzuführen.

a. Steigerung und krankhafte Erregung der durch centrale Gehirnfasern vermittelten Vorstellungsthätigkeit.

Was man unter Fieberwahnsinn, fieberhaftem Irrsein, Delirium febrile, versteht, ist so allgemein bekannt, daß wir uns einer ausführlichen Schilderung seiner Erscheinungsweise füglich enthalten können. Der in fieberhaftem Irrsein befangene Kranke erhält bei offenen und an sich gesunden Sinnen keine oder nur falsche Sinneseindrücke; er macht Wahrnehmungen und bildet Vorstellungen, die weder mit den erhaltenen Sinneseindrücken, noch unter sich in einem normalen Verhältnisse stehen; sein Gemüth wird von heftigen und entgegengesetzten Affecten bewegt, ohne daß in den Vorstellungen oder in den Sinnesempfindungen ein hinlänglicher Grund dafür vorhanden wäre; er ermangelt des richtigen Urtheiles, theils weil die Vorstellungen an sich schon falsch und ungeordnet sind, theils weil das Bewußtsein mehr oder weniger getrübt ist und damit zugleich alle Beherrschung

der überdies krankhaft lebhaften und in schneller Hast sich einander jagenden Vorstellungen fehlt; er faßt endlich Willensentschließungen und begeht Handlungen, die weder mit den vorhandenen Vorstellungen und Gefühlen, noch mit den Gesetzen der Vernunft, wie sie in ihm bereits zur Geltung gelangt waren, übereinstimmen, — kurz, alle seine Seelenthätigkeiten sind in einem durchaus ungeordneten, krankhaften Zustande.

Daß das fieberhafte Irrsein nur auf einer krankhaften Beschaffenheit des Seelenorganes, des Gehirnes und seiner einzelnen Fasern und nicht auf einem Leiden einer vom Körper wesentlich verschiedenen Seele beruht, ist wohl nie ernstlich bestritten worden. Schon die so offenbaren körperlichen Ursachen, das oft plötzliche Eintreten und ebenso schnelle und spurlose Verschwinden desselben ließen hier ganz richtig erkennen, daß man es nur mit einer Störung körperlicher Thätigkeiten zu thun habe. Allein eine vollständige Einsicht in das Wesen und die Entstehung des fieberhaften Irrseins, wobei zugleich dessen Verhältniß zu anderen verwandten Störungen der Seelenthätigkeit deutlich hervortritt, läßt sich doch nur gewinnen, wenn man die Seelenthätigkeit überhaupt als körperlich bedingt, wenn man alles Vorstellen als Thätigkeitsäußerung der centralen Hirnfaser ansieht. Im fieberhaften Irrsein sind es, statt der normalen Thätigkeit der Sinnesnerven, krankhafte, verhältnißmäßig starke Reize, die unmittelbar auf die centralen Hirnfasern selbst einwirken und dadurch Vorstellungen mit solcher Lebendigkeit reproduciren, daß die wirklich stattfindenden Sinneseindrücke und die hierdurch erregten Vorstellungen im Bewußtsein, ihrer geringeren Stärke wegen, ganz unbeachtet bleiben, daß wohl gar umgekehrt alle Arten von Sinnestäuschungen entstehen. Die ungewöhnliche Lebendigkeit und Stärke der krankhaften Vorstellungen veranlaßt die Entstehung zahlreicher anderer Vorstellungen durch Ueberspringen der Thätigkeit von einer Nervenfaser auf die andere, wie im Rückenmarke unter sonst geeigneten Umständen die Reflexbewegungen sich um so weiter verbreiten, je heftiger der einwirkende Reiz ist; und je lebhafter die krankhaften Vorstellungen, desto weniger werden bei diesem Ueberspringen die gewöhnlichen Gesetze der Association befolgt, desto verworrener, desto abnormer wird das Spiel der Vorstellungen.

Nach solcher Feststellung des Wesentlichen in der *Entstehung* fieberhaften Irrseins ergiebt sich leicht dessen Verhältniß zu den anderen verwandten Störungen der Seelenthätigkeit, zu den krankhaften Träumen nämlich und zu der eigentlichen Geistesstörung, dem nicht fieberhaften Irrsein. Diese krankhaften Störungen bieten nämlich hinsichtlich ihrer Erscheinungsweise die entschiedenste Uebereinstimmung dar. Bei allen dreien ist das Selbstbewußtsein mehr oder weniger getrübt und nur unvollständig vorhanden; der Träumende, wie der Delirirende und der Wahnsinnige, vermag in jedem Momente gleichsam nur einen geringen Theil seines empirischen Ichs zu überblicken, er hat keine klare und vollständige Erinnerung seiner eigenen vergangenen Zustände, weil krankhaft angeregte Vorstellungsthätigkeiten durch ihre relativ oder absolut zu große Lebhaftigkeit das Bewußtsein ganz erfüllen, in ganz ungewohnter Weise sich untereinander verbinden und der gesetzlichen Herrschaft, die im normalen Zustande das Ich über sie ausübt, sich gänzlich entziehen. Alle drei aber unterscheiden sich ebenso wesentlich hinsichtlich der Entstehung dieses krankhaften Zustandes. Bei dem Träumen ist das Bewußtsein in Folge der eigenthümlichen Thätigkeit des Schlafes vollständig und zwar primär aufgehoben, alle Zugänge zu demselben sind geschlossen und nur einzelne, unzusammenhängende Vorstellungen, die in

abnormer Weise und daher verhältnißmäßig stark angeregt werden, durchbrechen die Schranken des Schlafes. Das Bewußtsein enthält mithin nur diese mehr oder weniger vereinzelten Vorstellungen, weil alle anderen, die ohne Zweifel durch sie nach den Gesetzen der Association ebenfalls erregt werden, nicht lebhaft genug sind, um zum Bewußtsein zu gelangen. Im fieberhaften Irrsein und der eigentlichen Geistesstörung dagegen ist die Trübung des Bewußtseins nur die Folge, und es sind die krankhaft angeregten Vorstellungen, die mit ungewöhnlicher Lebhaftigkeit und Stärke und in den wunderlichsten ganz unwillkürlich entstandenen Verbindungen dem Bewußtsein sich aufdrängen und dasselbe ganz erfüllen. Beim Träumen fehlt die normale Beherrschung der Vorstellungen, weil im Schlafe das Bewußtsein, von dem jene bedingt ist, aufgehoben ist; im Delirium und der Geistesstörung dagegen fehlt jene Beherrschung, weil die krankhaft erregten Vorstellungen an sich zu stark sind, als daß sie sich beherrschen ließen, und das Bewußtsein wird nur dadurch so unklar, daß diese Beherrschung der Vorstellungen nicht möglich ist. In gewisser Beziehung könnte man die Traumvorstellungen den unwillkürlichen Bewegungen eines Schlafenden, die krankhaft aufgeregten und ungeordneten Vorstellungen des Delirirenden und des Wahnsinnigen dagegen convulsivischen Bewegungen vergleichen. — Aber auch zwischen den krankhaft erregten Vorstellungen des fieberhaften Irrseins und denen der eigentlichen Geistesstörung findet hinsichtlich ihrer Entstehung ein wesentlicher Unterschied Statt, und dieser Unterschied erscheint vollkommen hinreichend, um die mannichfachen Eigenthümlichkeiten der Geistesstörungen auch hinsichtlich ihrer Erscheinungsweise und ihre Verschiedenheit von der des Deliriums zu verstehen, ohne daß man deßhalb nöthig hätte, zur Annahme einer wesentlich verschiedenen Erkrankung oder gar eines ganz verschiedenen Substrates des Erkrankens seine Zuflucht zu nehmen. Im fieberhaften Irrsein, wie in der dauernden Geistesstörnng ist es nur das Gehirn als Vorstellungsorgan, das in krankhaft gesteigerter und ungeordneter Thätigkeit begriffen ist. Allein beim fieberhaften Irrsein hat diese krankhafte Thätigkeit ihren Grund nur in einer der Nervenfaser äußeren Ursache; das Vorstellungsorgan kann dabei an sich vollkommen normal beschaffen sein, — gerade wie die sensible Nervenfaser bei Vermittelung des heftigsten Schmerzes an sich gegesund sein kann. Bei der dauernden Geistesstörung dagegen scheint die krankhafte Thätigkeit in einer fehlerhaften Beschaffenheit des Vorstellungsorganes selbst ihren Grund zu haben; es findet hier eine organisch bedingte Disharmonie zwischen den einzelnen Theilen des unendlich zusammengesetzten Organes Statt, wodurch ganz fehlerhafte Beziehungen zwischen denselben sich bilden und somit Veranlassung gegeben wird zu der in der That unendlichen und aller wissenschaftlichen Eintheilung trotzenden Mannichfaltigkeit der Geistesstörungen, wie jedes Irrenhaus dieselben der Beobachtung darbietet. — In dieser Beziehung nun steht das fieberhafte Irrsein wieder viel näher dem krankhaften Träumen, als der eigentlichen Geistesstörung, indem bei beiden ersten das an sich gesunde Vorstellungsorgan, sei es im Schlafe oder im schlaflosen Zustande, durch äußere Reize zu krankhafter Thätigkeit angeregt wird. Die nahe Verwandtschaft des Träumens und des fieberhaften Irrseins hat man denn auch täglich Gelegenheit, durch ihr Uebergehen in einander und durch mannichfache Zwischenformen kennen zu lernen. Sehr lebhafte Träume verschwinden nicht immer gleich beim Erwachen, und umgekehrt sind die ersten Anfänge des fieberhaften Irrseins fast immer lebhafte Träume, aus denen der Kranke noch leicht zu erwecken ist, obwohl

ein stärkeres Delirium begreiflicher Weise keinen Schlaf mehr zu Stande kommen läßt. Zwischen fieberhaftem Irrsein und wirklicher Geistesstörung finden solche Uebergänge ungleich seltener Statt, eben weil bei all ihrer Aehnlichkeit in der äußeren Form die ihnen zu Grunde liegende Bedingung eine ganz verschiedene ist; doch dürften sie auch hier nicht ganz fehlen, und namentlich scheinen manche Fälle von Puerperalmanie hierher zu gehören, in denen bei vorhandener Anlage eine auf das Gehirn wirkende Ursache zu dem plötzlichen Ausbruche der Geistesstörung Veranlassung giebt.

Das fieberhafte Irrsein kann, wie dies von allen krankhaften Störungen der Nerventhätigkeit gilt, in den mannichfaltigsten Graden und Abstufungen stattfinden. Mitunter zeigt es sich nur ganz gering und vorübergehend, namentlich, wie schon erwähnt, beim Erwachen aus dem Schlafe, wo die krankhaften Traumvorstellungen sich fortspinnen, und der Kranke gewahrt dann bald wohl selbst das Irrige seiner Vorstellungen. In höheren Graden dauert das Irrsein im Wachen zwar fort; die gewöhnlichen Sinneseindrücke sind nicht stark genug, um dem Strome der krankhaften Vorstellungen Einhalt zu thun und denselben zu unterbrechen; allein ein ungewohnter heftigerer Sinneseindruck, lautes Ansprechen, Zurufen erweckt den Kranken noch aus seinem Irrsein; derselbe vermag dann Sinneseindrücke richtig aufzunehmen und selbst richtig zu urtheilen, aber sich selbst überlassen, verfällt er wieder der blinden Gewalt der in ihm angeregten unwillkürlichen Thätigkeiten. Im höchsten Grade des Fieberwahnsinnes ist keine äußere Einwirkung im Stande, dem gewaltsamen Strome der aufgeregten Thätigkeit Einhalt zu thun. — Gehen wir jedoch noch weiter zurück, so dürften schon jede bedeutendere Verstimmung des Gemüthes, die Unaufgelegtheit zu geistiger Beschäftigung, die Unmöglichkeit, seine Gedanken zusammenzuhalten und die Leidenschaftlichkeit, — Alles Erscheinungen, die fast bei jedem, namentlich fieberhaftem Kranksein vorkommen, auf ein krankhaftes Erregtsein der centralen Hirnfaser hindeuten und als die ersten leisesten Anfänge derselben Störung der Seelenthätigkeiten anzusehen sein, deren höhere Grade sich im fieberhaften Irrsein aussprechen.

Während bei der eigentlichen Geistesstörung häufig nur ganz einzelne Seelenthätigkeiten krankhaft verändert sind, selbst nur einzelne falsche Vorstellungen vorkommen, zeigen sich im fieberhaften Irrsein fast immer viel größere Reihen von Vorstellungen, wenn nicht gar sämmtliche Seelenthätigkeiten krankhaft erregt, so daß deßhalb eine genauere Unterscheidung der einzelnen Formen, die in ganz unendlicher Mannichfaltigkeit sich mit einander zu verbinden pflegen, ebenso unmöglich als zwecklos sein würde. Diese Verschiedenheit des fieberhaften und des fieberlosen Irrseins hat aber ihren natürlichen Grund darin, daß die Krankheitsursache bei ersterem, wie früher bemerkt, eine äußere, aber allgemeinere, meist das ganze Seelenorgan gleichmäßig treffende ist, bei letzterem dagegen sehr wohl auf ganz einzelne Theile desselben beschränkt sein kann. Daß der vom fieberhaften Irrsein Befallene fast fortwährend spricht, bei ihm also ein Reflex der Vorstellungen auf die Bewegungsnerven der Sprachwerkzeuge vorzugsweise vorkommt, ist wohl nur Folge der großen Lebhaftigkeit der Vorstellungen überhaupt und des dadurch bedingten Mangels der höheren, die Vorstellungen verarbeitenden Seelenthätigkeiten, — wie deßhalb auch Kinder laut zu denken pflegen, — nicht aber Folge der ein besonderes Hirnorgan vorzugsweise treffenden Störung. Doch kommen eigenthümliche Formen des Deliriums vor, die darauf hinzudeuten scheinen, daß auch einzelne Vorstellungsorgane vorzugsweise zu

krankhafter Thätigkeit angeregt werden können, obwohl wir in keiner Weise im Stande sind, etwas Genaueres darüber anzugeben. Wir meinen hier unter Anderem die Delirien der an Säuferwahnsinn Leidenden, die selbst hinsichtlich der einzelnen Vorstellungen, von denen die Kranken gequält werden, etwas so Uebereinstimmendes haben, daß man nicht selten schon an der Form dieses Deliriums das Wesen der zu Grunde liegenden Krankheit zu erkennen vermag. In anderen und häufigeren Fällen dagegen ist die Form des fieberhaften Irrseins abhängig von der Beschaffenheit der Seelenthätigkeiten vor dem Eintritte des Irrseins, besonders wenn die Ursache keine gar zu heftige ist, oder auch von mehr oder weniger zufälligen und äußeren Umständen. Das Gesetz der Nerventhätigkeit, demzufolge die Nervenfasern durch Uebung und Gewohnheit die Fähigkeit erlangen, leichter als andere zur Thätigkeit wieder angeregt zu werden, gilt auch hier. Daher sehen wir nicht selten die besondere Geistesrichtung, Gemüthsstimmung und den Charakter des Kranken sich mehr oder weniger deutlich in den Fieberphantasien kund thun. Das Kind phantasirt von seinen Spielen, der Musiker hört Harmonien, der Maler sieht entzückende Bilder u. s. w.

Was die Ursachen des fieberhaften Irrseins betrifft, so wird eine besondere Anlage dazu durch jene gesteigerte Erregbarkeit des Nervensystemes überhaupt und des Gehirnes insbesondere bedingt, die auch sonst die Entstehung gesteigerter Nerventhätigkeit, wie beim Schmerze, bei den Convulsionen, begünstigt. Deßhalb phantasiren unter übrigens gleichen Umständen auch bei geringfügiger Ursache Kinder, reizbare Frauen, geistig aufgeregte Menschen ungleich leichter, als andere. Häufig ist jedoch die Anlage zu Fieberdelirien auch eine nur mittelbare, nämlich eine Anlage zu besonderen Gelegenheitsursachen, namentlich zu Gehirncongestionen, und bei Kindern wirkt wohl nicht selten diese doppelte Anlage zusammen. — Die Gelegenheitsursache dagegen ist im Allgemeinen, wie der Name schon andeutet, ein fieberhaftes Allgemeinleiden; allein es fragt sich: was ist es im Fieber, das das fieberhafte Irrsein bedingt? Denn nicht jedes Fieber ist von Delirien begleitet. Bei weitem die wichtigsten und häufigsten Ursachen, die, das Fieber begleitend und von ihm abhängig, Delirien veranlassen, sind die örtlich auf das Gehirn selbst einwirkenden, und hier wieder zunächst solche, die unmittelbar auf mechanische Weise die centralen Gehirnfasern zu vermehrter Thätigkeit anregen. Wo eine besondere Anlage stattfindet, ist schon jede heftigere Congestion zum Gehirne hinreichend, Delirien hervorzurufen. Entscheidender jedoch, obwohl in ähnlicher Weise, wirkt die Entzündung, sei es des Gehirnes selbst oder, was noch häufiger der Fall ist, seiner nächsten Umgebung, der Hirnhäute. Wenn Geschwülste oder sonstige Desorganisationen des Gehirnes Delirien bedingen, so geschieht dies wohl nicht unmittelbar, da dergleichen Entartungen für sich weit eher die Gehirnthätigkeit unterdrücken oder vollständig aufheben; wohl aber kann es mittelbar geschehen, insofern diese Entartungen in näherem oder weiterem Umkreise Entzündung oder wenigstens Congestion hervorrufen. Congestion und Entzündung scheinen aber in derselben Weise durch Einwirkung auf die centrale Gehirnfaser fieberhaftes Irrsein zu veranlassen, wie sie durch Einwirkung auf die Empfindungsnerven entzündeter Theile Schmerz hervorrufen. — Eine zweite Classe von Ursachen des fieberhaften Irrseins bilden die chemisch wirkenden, wohin vor Allem die krankhaften Entmischungen des Blutes zu rechnen sind. Daß dergleichen Entmischung des Blutes in vielen Fällen die hauptsächlichste Veranlassung der Fieberdelirien ist, dürfte nicht zu bezweifeln sein; in den

meisten sogenannten nervösen und typhösen Fiebern können wir kaum eine andere Ursache anklagen, allein bis jetzt kennen wir weder mit hinlänglicher Bestimmtheit die einzelnen Entmischungen, die das Blut in verschiedenen Krankheiten erleidet, noch wissen wir irgend etwas über die Veränderung der Nerven und der Gehirnfasern, die dadurch veranlaßt werden mag. Es ist dies ein noch ganz dunkles Feld, und es ist gar nichts damit gewonnen, wenn man die so entstehenden Delirien für die Folge einer Intoxication oder dergl. erklärt. Möglich wäre es selbst und vielleicht ist es sogar wahrscheinlich, daß ein so entmischtes Blut gar nicht unmittelbar auf die Gehirnfaser, sondern nur auf die Gefäßnerven wirkt und in irgend einer Weise Blutanhäufung veranlaßt, und daß also diese chemische Wirkung am Ende auch nur zu einer mechanischen wird, die ganz in derselben Weise Delirien hervorruft, wie dies bei Congestion und Entzündung der Fall ist. Uebrigens können die krankhaften Veränderungen des Blutes, die Delirien veranlassen, theils Entmischungen, in fehlerhaften Verhältnissen der einzelnen Bestandtheile des Blutes bestehend, sein, wie vielleicht in den typhösen Fiebern, theils Beimischungen fremder, schädlicher Bestandtheile zum Blute, wie in den Fällen, wo durch Zurückhaltung des Urines und der Galle Symptome von Gehirnreizung entstehen.

Ob andere, als örtliche, auf das Gehirn selbst unmittelbar einwirkende Ursachen vorübergehendes, dem fieberhaften ähnliches Irrsein erregen können, ob dasselbe durch Nervenreflex, was hier doch der einzige Weg wäre, von anderen Körpertheilen aus bewirkt werden kann, ist eine noch unentschiedene und schwer zu entscheidende Frage. Jedenfalls hat man viel zu voreilig eine solche Entstehung der Delirien als ausgemacht angenommen, und hat auf diese Weise z. B. die Delirien im Abdominaltyphus, als Wirkung der Darmgeschwüre, und ähnliche, angeblich mit Gastricismus, Würmern u. s. w. vorkommende Störungen der Seelenthätigkeiten als Wirkung einer sonstigen Reizung der Darmschleimhaut erklärt, während man doch keineswegs im Stande ist, anzugeben, auf welche Weise denn dieser Nervenreflex vermittelt sein, wie er Delirium hervorbringen sollte. Die Thätigkeit der sensiblen Hirnfaser bewirkt, in welchem Theile des Körpers sie auch mag angeregt werden, nur bewußte Empfindung, in höherem Grade Schmerz, und es ist um so weniger einzusehen, wie sie in den angedeuteten Fällen die Entstehung des Irrseins vermitteln sollte, da selbst bei den heftigsten Schmerzanfällen in der Regel nichts Aehnliches vorkommt. Wäre es dagegen ausgemacht, was bis jetzt nur als Vermuthung anzusehen ist, und würde das, was wir Gemeingefühl nennen, und was eine entschieden nähere Beziehung zu unserem innersten Wesen, zu unserem psychischen Gesammtsein hat als die bewußte Sinnesempfindung, durch besondere Nervenfasern vermittelt, die das Gehirn mit den Hauptmittelpunkten des Ganglienervensystemes verbindet, so ließe sich mit Hilfe dieser besonderen Nervenfasern jene erwähnte Entstehung der Delirien durch Nervenreflex vielleicht um so eher erklären, als es gerade Reizungen der Verdauungsorgane, namentlich der Darmschleimhaut, und Störungen der gesammten Ernährung sind, die einerseits am entschiedensten das Gemeingefühl stören und andererseits auch zu jenen Delirien am häufigsten Veranlassung geben. Als analoge Zustände dürften endlich noch einige andere Arten von Delirien hier anzuführen sein, die zwar auch ohne Fieber auftreten und insofern freilich mehr zu den eigentlichen Geistesstörungen gehören, von diesen aber doch wesentlich dadurch sich unterscheiden, daß sie nur ganz vorübergehend sind und wohl entschieden von

anderen Körpertheilen aus entstehen, mithin durch Nervenwirkung vermittelt zu sein scheinen, wir meinen die Delirien, die nicht selten mit hysterischen Krampfanfällen verbunden vorkommen und die zuweilen in Folge von bedeutenden Verwundungen beobachtet werden, Dupuytren's Delirium nervosum s. traumaticum, — wie ja auch ein heftiger Seelenschmerz, durch bloß psychische Ursachen bedingt, ein solches vorübergehendes fieberloses Irrsein veranlassen kann. —

b. Krankhafte Verminderung der durch centrale Gehirnfasern vermittelten Vorstellungsthätigkeit.

Die krankhaft verminderte und aufgehobene Thätigkeit der centralen Hirnfasern äußert sich unter drei verschiedenen Formen, als krankhafter Schlaf, Schlafsucht, als Betäubung und als dauernde Geistesschwäche, genau entsprechend den drei verschiedenen Formen der krankhaft gesteigerten Thätigkeit derselben Hirnfasern, dem krankhaften Träumen, dem fieberhaften Irrsein und der dauernden Geistesstörung. Da uns die organische, materielle Bedingung des normalen Schlafes, in dem das zum Bewußtsein Gelangen der Sinnesempfindungen und Vorstellungen gleichsam durch eine von innen herauskommende Gegenwirkung zeitweise verhindert erscheint, noch ganz unbekannt ist, so vermögen wir auch über die Bedingung des krankhaften Schlafes, der Schlafsucht, keine begründete Ansicht aufzustellen; doch ergiebt sich aus der völligen Uebereinstimmung des krankhaften und des normalen Schlafes hinsichtlich ihrer äußeren Erscheinungsweise mit großer Wahrscheinlichkeit, daß auch im krankhaften Schlafe, in der idiopathischen Schlafsucht nur jene von innen herauskommende Gegenwirkung gesteigert ist. Genau genommen würde also die idiopathische Schlafsucht vielleicht gar nicht hierhergehören, da eine verminderte oder aufgehobene Thätigkeit der centralen Hirnfasern, als Organe der Vorstellungen, dabei ebenso wenig vorhanden zu sein braucht, als wir nöthig haben, bei der Gehirnbetäubung auch eine wirkliche Anästhesie der Sinnesnerven anzunehmen, weil keine bewußte Vorstellungen aus den Sinnesempfindungen gebildet werden. Ganz anders verhält sich dies bei der Betäubung. In ihr erscheint die gesammte Thätigkeit der Gehirnnervenfasern, die Vorstellungsthätigkeit selbst gehemmt oder gänzlich aufgehoben. Zu der dauernden Geistesschwäche aber, in welchem Grade und in welcher Ausdehnung dieselbe auch bestehen mag, verhält sich die Betäubung gerade so, wie sich das fieberhafte Irrsein zu der dauernden Geistesstörung verhält, d. h. die Betäubung hat ihren Grund in einer von außen auf die an sich normale Nervenfaser einwirkenden Ursache, während die Geistesschwäche durch eine krankhafte Beschaffenheit centraler Gehirnnervenfasern selbst bedingt ist.

Der von Betäubung, Sopor, Coma, befallene Kranke ist, wenn die Betäubung einen nur einigermaßen hohen Grad erreicht hat, schon auf den ersten Blick von dem bloß Schlafenden zu unterscheiden. Schon die Lage des Betäubten ist oft eine ungewöhnliche, unbequeme. Der Betäubte liegt meist auf dem Rücken, bloß der Schwere des Körpers hingegeben, sinkt im Bette herab; die Augenlider sind oft nur theilweise geschlossen; die Augen nicht wie im Schlafe nach innen und oben gerichtet, starren gerade nach vorne: die Pupillen sind meist verändert, zuweilen verengt häufiger erweitert, ohne sich auf Lichtreiz zusammenzuziehen; das Gesicht ist stark geröthet oder auffallend blaß, alle Züge desselben erschlafft, der Mund häufig geöffnet,

der Athem ist hörbar, schnarchend, oft unregelmäßig; nicht selten finden unwillkürliche Entleerungen der Blase und des Mastdarmes Statt, — kurz, Alles deutet darauf hin, daß außer dem Aufgehobensein des Bewußtseins, wie im Schlafe, und der dadurch bedingten bewußten Empfindungen und willkürlichen Bewegungen auch eine gehemmte Thätigkeit der Gehirnfasern selbst und der dadurch im normalen Zustande angeregt werdenden, die unwillkürlichen Reflexbewegungen vermittelnden Rückenmarksfasern stattfindet.

Die Betäubung kann übrigens in den mannichfachsten Graden und Abstufungen vorkommen, und die vielen seit allen Zeiten gebräuchlichen Benennungen dafür, wie Somnolentia, Sopor, Coma, Stupor, Lethargus und Carus deuten nur ebenso viele verschiedene Grade, nur quantitative, aber keine qualitative Unterschiede an. In den leichtesten Graden ist die Betäubung wohl kaum vom wirklichen Schlafe zu unterscheiden; der Kranke ist noch leicht zu erwecken, versinkt aber, sich selbst überlassen, schnell wieder in Bewußtlosigkeit. In den höheren und höchsten Graden dagegen, dem Lethargus und Carus, werden auch die stärksten Reize in keiner Weise empfunden und der Kranke ist gar nicht zu erwecken. Geringere Grade von Betäubung können auch mit wirklichem Schlafe verbunden vorkommen, und letzteren um so tiefer und fester erscheinen lassen. Der Schlaf im Rausche, der Schlaf als Vorläufer der Apoplexie oder sonst bei Neigung zu Blutanhäufung im Gehirne, auch der oft ungewöhnlich tiefe Schlaf bei Kindern nach übergroßer Ermüdung oder in selbst geringen Krankheiten, scheinen hierher zu gehören. In allen diesen Fällen sind die Bedingungen des normalen Schlafes vorhanden, zugleich findet eine Blutüberfüllung des Gehirnes Statt, und beide Zustände scheinen sogar in verschiedener Weise sich gegenseitig bedingen zu können. — Es kommen aber auch Verbindungen der Betäubung, der krankhaft unterdrückten Gehirnthätigkeit, mit krankhaft gesteigerter Gehirnthätigkeit, mit Delirien vor, denn beide Zustände, obwohl in ihrer Erscheinung vollkommen entgegengesetzt, schließen sich ebenso wenig absolut aus, wie wir dies früher vom Schmerze und der Anästhesie erwähnten. Beispiele hierfür liefern das Coma vigil und das Delirium soporosum. Bei beiden findet wirkliche Betäubung, freilich aber nicht im höchsten Grade Statt; aber auch in dem so betäubten Gehirne rufen starke Krankheitsreize vorübergehend und theilweise krankhaft gesteigerte Thätigkeit hervor. Der gesammte krankhafte Zustand der Gehirnthätigkeiten, den man als Typhomanie bezeichnet, beruht auf einer solchen Verbindung von Sopor und Coma mit Delirium. Die mannichfachen Verschiedenheiten derselben rühren einestheils davon her, daß bald der Sopor, bald das Delirium überwiegt, wobei beide in allen möglichen Abstufungen vorkommen können, und anderentheils von dem jedesmaligen Organisationszustande und der dadurch bedingten verschiedenen Erregbarkeit der Gehirnfasern. Was das erstere betrifft, so versteht es sich von selbst, daß je tiefer der Sopor ist, desto mächtiger der Krankheitsreiz sein muß, der trotz des Sopors das Delirium bewirkt, wie umgekehrt bei minder tiefem Sopor schon eine geringere Ursache Delirium veranlassen kann. Was aber das zweite betrifft, so ist aller Analogie zufolge nicht zu bezweifeln, daß es eine durch krankhafte Organisation bedingte, bald constitutionelle, bald durch die Krankheit selbst erst hervorgebrachte reizbare Schwäche der Gehirnfasern giebt, bei der schon verhältnißmäßig geringfügige Ursachen ebensowohl Sopor wie Delirium veranlassen, je nachdem sie die Thätigkeit des Gehirnes zu lähmen oder aufzuregen geeignet sind. Eine Verbindung von Betäubung und fieberhaftem Irrsein bei so krankhaft organisirtem Ge-

hirne muß nothwendig einen eigenthümlichen Charakter zeigen, und es gehört hierher namentlich das am Ende schwerer Fieber vorkommende Delirium taciturnum, mussitans. Was ferner die Ursachen der Betäubung angeht, so bedarf es dazu einer besonderen Anlage um so weniger, da das so überaus fein organisirte Gehirn verhältnißmäßig sehr leicht in seiner Thätigkeit gestört und gehemmt wird, und auch die Gelegenheitsursachen meist der Art sind, daß sie für sich vollkommen hinreichen, um solche Hemmung der Gehirnthätigkeit, wie die Betäubung sie zeigt, hervorzubringen. So sehen wir denn auch bei dem übrigens gesundesten Zustande der Gehirnthätigkeit auf gewisse Ursachen die Betäubung fast mit derselben Leichtigkeit eintreten. Dessenungeachtet giebt es auch eine Anlage zu Betäubungszuständen, und namentlich sind Kinder sowohl, wie Greise, denselben verhältnißmäßig häufiger ausgesetzt, allein es scheint dies weniger eine unmittelbare, in eigenthümlicher Beschaffenheit der Gehirnfaser bestehende, als vielmehr nur eine mittelbare, und zwar darauf beruhende Anlage zu sein, daß Kinder und Greise mehr zu den organischen Vorgängen hinneigen, die als Gelegenheitsursachen die Betäubung bewirken. So herrscht im kindlichen Alter eine Neigung zu activen, im Greisenalter dagegen eine Neigung zu passiven Blutanhäufungen im Kopfe vor, und darauf beruht zum Theil wieder die beiden eigenthümliche Neigung zu serösen Ergießungen. Beide Vorgänge aber, die Blutanhäufungen und die dadurch bedingten serösen Ergießungen, gehören zu den wichtigsten Gelegenheitsursachen der Betäubung.

Die Gelegenheitsursachen der Betäubung, der unterdrückten Gehirnthätigkeit, sind im Allgemeinen dieselben, die auch in den peripherischen Nerven, örtlich auf dieselben einwirkend, Leitungsunfähigkeit und Lähmung bedingen, und sie wirken wie diese theils mechanisch, theils chemisch auf die Gehirnfasern. Unter den mechanisch wirkenden ist ein auf das Gehirn ausgeübter Druck bei weitem die häufigste Ursache der Betäubung. Solcher Druck mag durch Blut, entweder innerhalb der ausgedehnten Gefäße, active oder passive Hyperämie, oder nach Zerreißung eines Blutgefäßes und Ergießung des Blutes in oder auf das Gehirn, Gehirnblutung, Apoplexia sanguinea, — er mag ferner durch Wasser, das innerhalb des Schädels oder des Gehirnes selbst abgesondert worden ist und sich anhäuft, — Hydrocephalus acutus et chronicus, — er mag ferner durch Eiteransammlungen oder durch Tuberkeln und Geschwülste aller Art ausgeübt werden. Es kommt hierbei übrigens sehr viel darauf an, welche Theile des Gehirnes einem solchen Drucke ausgesetzt sind. Ein sehr geringfügiger Bluterguß, eine mäßige Ausschwitzung in den wichtigsten inneren Gehirntheilen oder auf der Grundfläche des Gehirnes, und plötzlich entstanden, so daß minder wichtige Theile nicht Platz machen können, bewirken die vollständigste Betäubung: und umgekehrt vermag das Gehirn einen sehr bedeutenden Druck ohne solche Hemmung seiner Thätigkeit zu ertragen, wenn derselbe sehr allmälig sich steigert und z. B. auf die Lappen des großen Gehirnes sich beschränkt. Beispiele dieser letzteren Art, die allerdings oft staunenerregend sind, die man aber doch nur irriger Weise als Belege für die Unabhängigkeit der Seelenthätigkeiten von dem materiellen Organe hat geltend machen können, liefern der chronische Wasserkopf, bedeutende Eitersäcke und sonstige Geschwülste im Gehirne, die oft lange bestehen und einen hohen Grad erreichen können, ohne Betäubung oder sonstige Störung der Gehirnthätigkeit zu veranlassen. — Eine ganz ähnliche Wirkung, wie der mechanische Druck auf die Gehirnfaser ausübt, scheint aber auch in Folge eines

gerade entgegengesetzten Zustandes, der plötzlichen Entleerung des Gehirnes von Blut nämlich, eintreten zu können, und wir sind nicht im Stande, eine hinlängliche Erklärung dieser auffallenden Erscheinung zu geben. Daß nämlich plötzliche Entleerung des Gehirnes vom Blute dessen Thätigkeit gänzlich aufzuheben vermag, scheint die Ohnmacht, Syncope, zu beweisen, bei der durch plötzliche Schwächung des Kreislaufes fast kein Blut mehr zum Gehirne getrieben wird; denn daß es hierbei mehr auf das mechanische Moment der Entleerung ankommt, als auf mangelnde Ernährung, mangelnden Blutreiz u. s. w. wird gerade durch das ganz plötzliche Eintreten der Ohnmacht wenigstens höchst wahrscheinlich gemacht. Zweifelhafter dürfte es dagegen sein, ob auf diese Weise, durch die mechanische Entleerung nämlich, auch die dauerndere Unthätigkeit des Gehirnes, die Betäubung und Erschöpfung nach großen Säfteverlusten sich erklären lasse.

Die chemisch wirkenden Gelegenheitsursachen der Betäubung sind theils positive, theils negative. Daß manche Stoffe unmittelbar lähmend auf die Nervenfaser wirken, ist aus vielfachen Versuchen mit narkotischen Substanzen, namentlich mit Opium, bekannt, das örtlich angewendet, eine Nervenfaser ganz leitungsunfähig macht, obwohl nur soweit, als die Nervenfaser mit dem Opium in Berührung kam. Dabei findet keine Zerstörung Statt, denn der so gelähmte Nerv erlangt nach einiger Zeit seine vollkommene Leitungsfähigkeit wieder. In den Blutlauf aufgenommen, müssen solche Stoffe in ähnlicher Weise auch lähmend auf die Gehirnfaser wirken können; doch ist der Vorgang hierbei immer insofern ein zusammengesetzter, als diese Stoffe zu gleicher Zeit oder selbst zunächst die Gefäßnerven im Gehirne lähmen und dadurch passive Blutüberfüllung bewirken müssen, die ihrerseits wieder mechanisch wirkt. Hierher mag nun die betäubende Wirkung sämmtlicher narkotischer Substanzen zu rechnen sein; aber auch manche im Blute selbst, in Folge eines fehlerhaften Chemismus entstandene krankhafte Stoffe, deren Natur uns jedoch noch ganz unbekannt ist, scheinen auf ähnliche Weise Betäubung, Sopor und Coma bewirken zu können. So entsteht vielleicht das Coma bei Ikterus und Anurie in Folge unterdrückter Leber- und Nierenabscheidung. Die Betäubung in manchen Fiebern, im Typhus, in exanthematischen Fiebern, besonders vor dem Ausbruche des Exanthems, z. B. der Pocken, mag zum Theil einer solchen chemischen Einwirkung, zum Theil einem übermäßigen Blutandrange zum Gehirne sein Entstehen verdanken. — Aber auch die negativen Ursachen der Betäubung sind nicht zu übersehen. Der Reiz des arteriellen Blutes scheint für die normale Thätigkeit des Gehirnes unerläßlich nothwendig; aber auch hier ist unsere Einsicht in das Nähere dieser unerläßlichen Lebensbedingung für das Gehirn noch höchst mangelhaft. Ob nämlich das nicht arterielle Blut Stoffe enthält, die unmittelbar feindselig auf die Gehirnfaser wirken, wie man wohl zu voreilig dem stärkeren Kohlengehalte des venösen Blutes eine solche Wirkung zugeschrieben hat, oder ob umgekehrt das arterielle Blut, insbesondere dessen Sauerstoff, in eigener Weise die Thätigkeit der Gehirnfaser unterhält, — und in letzterem Falle wieder, ob das arterielle Blut und dessen Sauerstoff nur zur Unterhaltung des Stoffwechsels, der Ernährung der Gehirnfasern unerläßlich nothwendig ist, oder auch noch auf sonstige Weise, als bloßer Thätigkeitsreiz u. s. w. wirkt, wie aus der fast augenblicklichen Beeinträchtigung der Gehirnthätigkeit bei Mangel des arteriellen Blutes fast wahrscheinlich wird, — Alles dies sind Fragen, deren Lösung wir einer späteren, weiter fortgeschrittenen Zeit überlassen müssen. Jedenfalls entsteht Betäubung, sobald der

Zufluß von arteriellem Blute zum Gehirne gehemmt wird, mithin sowohl durch Unterbrechung des Athmens, Coma bei Asphyrie, als durch bedeutende Säfteverluste, die jedoch nicht so schnell eintreten, daß Ohnmacht dadurch entstehen könnte. Hierher gehört die Betäubung und Erschöpfung, die am leichtesten und häufigsten bei Kindern, doch auch bei Erwachsenen am Ende langdauernder Fieber oder sonst erschöpfender Krankheiten eintritt. Die in neuerer Zeit besonders von englischen Aerzten unter dem Namen Hydrocephaloid beschriebene Betäubung ist kaum von dem ausgebildetsten Stupor im Endstadium der acuten Hirnhöhlenwassersucht zu unterscheiden, ist aber nicht durch Hirndruck, sondern durch Säfteverlust bedingt und weicht reizender und nährender Behandlung.

3. Störungen der Thätigkeit centifugaler, motorischer Gehirnfasern.

Alle willkürlich beweglichen Muskeln des Körpers stehen durch centrifugal wirkende, motorische Nervenfasern mit dem Gehirne, dem Vorstellungsorgane in Verbindung, — denn willkürliche Bewegung heißt durch Vorstellungen erregte Bewegung, — und die gesteigerte und krankhaft erregte, sowie andererseits die verminderte oder ganz aufgehobene Thätigkeit dieser motorischen Gehirnfasern äußert sich in den zwei bekannten Krankheitserscheinungen, den Convulsionen und den Lähmungen willkürlicher Muskeln. Es ist jedoch nichts weniger als ausgemacht, daß diese Verbindung der willkürlichen Muskeln mit dem Gehirne eine unmittelbare sei. Jedenfalls erhalten dieselben willkürlichen Muskeln auch motorische Nervenfasern vom Rückenmarke, und können auch von hier aus, mithin durch andere, als Vorstellungsreize, und unwillkürlich bewegt werden, während die vom Gehirne aus ununterbrochen zu den willkürlichen Muskeln sich erstreckenden motorischen Nervenfasern, — wenn solche überhaupt vorhanden sind, — jedenfalls sämmtlich durch das Rückenmark hindurchgehen. Dieses Verhältniß macht es schon erstaunlich schwierig zu bestimmen, ob die Abhängigkeit der willkürlichen Muskeln von dem Gehirne eine unmittelbare oder eine durch das Rückenmark, als Centralorgan, vermittelte ist. Es giebt aber überdies viele aus der genauen Betrachtung der willkürlichen Bewegung selbst entnommene Gründe, die es wahrscheinlicher machen, daß auch die willkürlichen Bewegungen zunächst nur vom Rückenmarke abhängen, daß im Rückenmarke erst die Verbindung der vielfachen motorischen Nerventhätigkeiten, die für jede geordnete Bewegung erforderlich sind, zu Stande kommen, und daß für die willkürlichen Bewegungen vom Gehirne aus nur der Anstoß gegeben wird, der diese Rückenmarksthätigkeiten in bestimmter Weise anregt. Wäre dies aber der Fall, so würden auch die vom Gehirne aus bedingten Convulsionen und Lähmungen vielmehr zu den Krankheitserscheinungen der Rückenmarkssphäre zu rechnen sein. Allein abgesehen hiervon, haben bekanntlich viele Convulsionen und Lähmungen willkürlicher Muskeln ihren Ausgangspunkt auch nur im Rückenmarke, und diese müssen bei mancher allerdings vorhandenen Verschiedenheit, aus leicht einzusehenden Gründen, im Wesentlichen ihrer Erscheinung mit den vom Gehirne aus bedingten Convulsionen und Lähmungen derselben willkürlichen Muskeln eine große Uebereinstimmung zeigen. Unter diesen Umständen dürfte es jedenfalls vorzuziehen sein, die

vom Gehirne aus bedingten Convulsionen und Lähmungen mit den Krankheitserscheinungen der Rückenmarkssphäre gemeinschaftlich abzuhandeln, indem dadurch einerseits manche sonst kaum zu vermeidende Wiederholung vermieden wird, und andererseits das Unterscheidende, wie das Uebereinstimmende, der vom Gehirne und der vom Rückenmarke ausgehenden Convulsionen und Lähmungen um so deutlicher hervortritt.

II. Krankhafte Nerventhätigkeit im Bereiche der Rückenmarkssphäre.

In der Gehirnsphäre kennen wir drei ganz verschiedene Thätigkeiten, sich äußernd als bewußte Empfindung, Vorstellung und willkürliche Bewegung, und entsprechend den centripetalen sensiblen, den centralen immanenten und den centrifugalen motorischen Gehirnnervenfasern. In der Rückenmarkssphäre finden sich in ganz gleicher Weise drei verschiedene Arten von Nervenfasern, nämlich centripetale oder excitorische, centrale oder immanente und centrifugale oder motorische, allein ihre Thätigkeiten kommen nicht gesondert zur Erscheinung, sondern äußern sich nur in einer Weise, als Muskelbewegung, indem die centripetale oder excitorische Faser hier nur dazu dient, entweder unmittelbar oder unter Vermittelung der centralen immanenten Fasern die centrifugalen motorischen Fasern in Thätigkeit zu setzen. Wir haben es deßhalb beim Rückenmarke nur mit Bewegungsthätigkeit zu thun und die krankhaften Thätigkeitsstörungen, die in dieser Sphäre vorkommen, sind nur Störungen dieser Bewegungsthätigkeit, obwohl es bald die excitorische, bald die centrale, bald die eigentlich motorische Nervenfaser sein mag, die durch die Krankheitsursache zunächst und vorzugsweise zu krankhafter Thätigkeit angeregt wird. Wir haben die drei Arten der Rückenmarksnerven gleichsam als eine fortgesetzte Nervenfaser anzusehen, deren mittleres centrales Stück jedoch verschiedentlich wechseln kann, — und diese eine fortgesetzte Nervenfaser kann ebensowohl in ihrem centripetalen, wie in ihrem centralen und centrifugalen Theile gereizt werden, ohne daß ihre Thätigkeitsäußerung darum eine wesentlich verschiedene wird, wie z. B. die sensible Hirnfaser immer dieselbe Empfindung vermittelt, ob sie an der Peripherie oder an ihrem mittleren oder endlich an ihrem centralen Ende gereizt wird. Bei der Rückenmarksfaser ist nur, wie gesagt, der mittlere Theil ein centraler und kann wechseln, um die excitorische, vom Gehirne oder von der Peripherie des Körpers kommende Faser, je nachdem die Bedürfnisse des Organismus dies erfordern, bald mit diesen, bald mit jenen motorischen Fasern in bestimmte Beziehung zu bringen. Durch diese eigenthümliche Organisation wird es möglich, daß die Bewegungsthätigkeit des Rückenmarkes, obwohl wesentlich eine und dieselbe, sich dennoch in sehr verschiedenen Formen zu äußern vermag, je nach der Verschiedenheit des Punktes, von wo aus sie angeregt wird, ob nämlich vom Gehirne oder von der Peripherie aus, je nach der verschiedenen Natur des Bewegungsreizes und je nach dem verschiedenen Zustande des Rückenmarkes selbst, durch welches die Thätigkeit einzelner Fasern in mannichfacher Richtung und Ausdehnung auf andere Fasern übergeleitet wird. Eine noch viel größere Verschiedenheit aber zeigen aus demselben Grunde die krankhaften Störungen der vom Rückenmarke abhängenden

Bewegungsthätigkeit, und wir werden uns deßhalb, um die uns angewiesenen Grenzen nicht zu überschreiten, nur auf ganz allgemeine Andeutungen über die verschiedenen Formen dieser Thätigkeitsstörungen und deren Bedingungen beschränken müssen.

a. Steigerung und krankhafte Erregung der vom Rückenmarke abhängigen Bewegungsthätigkeit.

Jede abnorme Erregung und dadurch bedingte krankhaft gesteigerte Thätigkeit der vom Rückenmarke ausstrahlenden motorischen Nervenfasern äußert sich als Krampf, als unwillkürliche, ungewöhnlich starke, jedenfalls ungeordnete und unzweckmäßige Muskelzusammenziehung. Die vom Rückenmarke ausgehenden motorischen Nervenfasern verbreiten sich aber theils in willkürliche, theils in unwillkürliche Muskeln, und demnach können auch die Krämpfe bald in willkürlichen, bald in unwillkürlichen Muskeln auftreten.

Unter den in den willkürlichen Muskeln auftretenden Krämpfen lassen sich drei verschiedene Formen unterscheiden, je nachdem nämlich der abnorme Bewegungsreiz, die Ursache der Krämpfe entweder unmittelbar auf das Rückenmark selbst, oder vom Gehirne, oder endlich von der Peripherie des Körpers aus einwirkt. Es entstehen auf diese Weise die eigentlichen Rückenmarksconvulsionen, die Gehirnconvulsionen und die Reflexkrämpfe.

Die durch unmittelbare Einwirkung eines abnormen Bewegungsreizes auf das Rückenmark selbst entstehenden Convulsionen sind bisher am wenigsten beachtet, sondern fast allgemein mit den Gehirnconvulsionen zusammengeworfen worden. Der Grund hiervon ist wohl hauptsächlich darin zu suchen, daß man die selbstständige Thätigkeit des Rückenmarkes als Bewegungscentrums nicht kannte, und auch nachdem dieselbe in gewisser Beziehung, nämlich hinsichtlich der durch das Rückenmark vermittelten Reflexbewegungen, erkannt war, nicht genug beachtete, sondern immer noch annahm, das Gehirn als Mittel- und Ausgangspunkt des gesammten Nervensystemes sei namentlich auch der Mittelpunkt für alle willkürlichen Bewegungen. Die neuesten Untersuchungen machen es aber mehr und mehr wahrscheinlich, daß gar keine motorische Nerven ununterbrochen vom Gehirne zu den willkürlichen Muskeln sich erstrecken, daß das Rückenmark der eigentliche Mittel- und Ausgangspunkt für alle Muskelbewegungsnerven ist, und daß auch die vom Gehirne aus, durch Vorstellungen erregten Muskelbewegungen immer der Vermittelung des Rückenmarkes bedürfen. Allein die eigentlichen Rückenmarksconvulsionen sind auch ungleich seltener, als die Gehirnconvulsionen, und zwar nicht nur seltener, weil das Rückenmark bei weitem nicht so häufigen und mannichfachen Erkrankungen und Entartungen ausgesetzt ist, sondern hauptsächlich auch deßhalb, weil solche Erkrankungen und Entartungen, die das Rückenmark befallen, sobald sie einen gewissen Grad erreicht haben, nicht mehr die Thätigkeit des Rückenmarkes erregen, sondern vielmehr hemmen und unterdrücken, und somit statt Rückenmarksconvulsionen Rückenmarkslähmung bewirken, wie dies unter Anderem bei der Entzündung des Rückenmarkes und deren Folgen der Fall ist. Endlich aber konnten die vom Rückenmarke selbst ausgehenden Convulsionen um so leichter mit Gehirnconvulsionen verwechselt werden, da auch jedes stärkere Ergriffensein des Rückenmarkes durch Rückwirkung auf das Gehirn leicht Bewußtlosigkeit zu bewirken pflegt, und da

selbst die häufigste Ursache der Rückenmarksconvulsionen, nämlich starke Blutüberfüllung des Rückenmarkes sich selten auf dieses beschränkt, sondern gleichzeitig auch auf das Gehirn sich erstreckt und so einen zusammengesetzten Krankheitszustand bedingt. Es ist aber hinlänglich bekannt, daß die heftigsten Congestionen zum Gehirn häufig genug Bewußtlosigkeit und selbst Lähmung, aber in der Regel keine Convulsionen bewirken, sowie daß die mannichfachsten sonstigen Erkrankungen des Gehirnes, so oft sie auch Convulsionen in ihrem Gefolge haben, doch auch ohne Convulsionen verlaufen können. Umgekehrt dagegen kennen wir keine Erkrankung des Rückenmarkes selbst, die sich nicht durch Störungen der Bewegungsthätigkeit, seien es Convulsionen oder Lähmungen, kund gäbe. Es geht hieraus hinlänglich die hohe Bedeutung des Rückenmarkes als Mittelpunktes aller Bewegungsthätigkeit hervor, und es läßt sich schon im voraus erwarten, daß jede auf das Rückenmark selbst einwirkende Krankheitsursache, die ihrer Natur nach geeignet ist, die Thätigkeit der Nervenfasern eher zu erreger als zu hemmen, — wie dies namentlich von einem gewissen Grade der Blutüberfüllung gilt, — Convulsionen hervorrufen wird. — Als ein Beispiel der auf diese Weise entstehenden Rückenmarksconvulsionen dürfte vor allen die Eklampsie der Gebärenden anzusehen sein, die man bisher allgemein bald als Gehirnconvulsion, durch Congestion zum Gehirne bedingt, bald als Reflexconvulsion vom Uterus aus erregt zu erklären gesucht hat. Von den Reflexconvulsionen, wie wir sie z. B. am entschiedensten in heftigen hysterischen Anfällen sehen, unterscheidet sich jedoch die Eklampsie der Gebärenden durch ihr ganzes Verhalten, und daß bloße Gehirncongestion keine Convulsionen zu erregen pflegt, wurde schon oben erwähnt.

Bei weitem häufiger, als die im Rückenmarke selbst, kommen die vom Gehirne aus erregten Convulsionen, die Gehirnconvulsionen, vor. Die Wege, durch welche das Gehirn als Vorstellungsorgan auf das Rückenmark einwirkt und die willkürlichen Bewegungen veranlaßt, sind uns noch gänzlich unbekannt. Motorische Nervenfasern lassen sich nur bis zum verlängerten Marke verfolgen; allein wir wissen, daß es im normalen Zustande nur Vorstellungen, Willensreize sind, die die willkürlichen Bewegungen hervorrufen. Wird dagegen das Gehirn oder werden einzelne Theile desselben durch unangemessene, materielle Reize zu krankhaft gesteigerter Thätigkeit angeregt und pflanzt sich diese bis zu jenen Anfängen motorischer Nervenfasern fort, so entstehen unwillkürliche, ungeordnete, oft ungewöhnlich heftige Bewegungen der sonst willkürlichen Muskeln, Zuckungen, Convulsionen. Das vollständigste und reinste Bild der Gehirnconvulsionen bietet die Epilepsie dar, in deren plötzlich eintretenden Anfällen der Kranke bewußtlos zusammenstürzt; alle Muskeln des ganzen Körpers werden dann gleichzeitig oder in rasch wechselnder Aufeinanderfolge von den heftigsten convulsivischen Bewegungen befallen, bis der kürzer oder länger dauernde Anfall mit einem tiefen Schlafe endigt, aus dem der Kranke zu klarem Bewußtsein wieder erwacht. Die Bewußtlosigkeit ist ein nie fehlendes, wesentliches Symptom aller vom Gehirne aus erregten Convulsionen, während sie bei allen anderswie bedingten Convulsionen entweder ganz fehlt oder nur unvollständig oder wie bei der Eklampsie der Gebärenden nur eine Complication der Convulsionen, höchstens eine Folge des Rückenmarksleidens ist. Die Epilepsie, als Typus der Gehirnconvulsionen, läßt deutlich erkennen, daß bei ihr die Convulsionen verhältnißmäßig das Unwesentlichere und nur eine Folge des Gehirnleidens, wie die Bewußtlosigkeit mitunter Folge des Rückenmarksleidens

ist, denn wir kennen Epilepsien ohne alle Convulsionen, den epileptischen Schwindel, die epileptische Bewußtlosigkeit, und in allmälig sich ausbildenden Fällen sehen wir nicht selten das Uebel als epileptischen Schwindel beginnen und nach und nach in die heftigste convulsivische Epilepsie übergehen. Es scheint mithin eine gewisse Stärke der Krankheitsursache erforderlich, um außer der durch Bewußtlosigkeit sich kundgebenden Wirkung auf das Gehirn, selbst auch über dieses hinaus, auf die Verbindungsfasern desselben mit dem Rückenmarke und auf dieses selbst, krankhaft erregend einzuwirken.

Die bei weitem am häufigsten vorkommende Form der Rückenmarkskrämpfe ist endlich die dritte, die der Reflexkrämpfe, und es erklärt sich dies leicht, wenn wir erwägen, wie zahlreich und ausgedehnt auch im normalen Zustande die Reflexbewegungen sind, und wie die Reflexthätigkeit des Rückenmarkes, da sie auch im normalen Zustande durch peripherische Reize angeregt wird, ungleich häufiger als die von innen, z. B. vom Gehirne aus angeregten Thätigkeiten, den mannichfachsten, durch ungewohnte oder zu heftige Einwirkungen bedingten Störungen ausgesetzt sein muß. Alles, was die centripetalen Rückenmarksnerven in ungewohnter, also in relativ oder absolut zu starker Weise erregt, ja bei einer besonderen Erregbarkeit des Rückenmarkes selbst Alles, was diese Nerven in gewohnter Weise erregt, muß zu heftige oder zu ausgebreitete Reflexbewegungen, also Reflexkrämpfe bewirken. Denn da auch die normalen Reflexbewegungen, selbst der sonst willkürlichen Muskeln, immer unwillkürliche Bewegungen sind, so unterscheiden sich die Reflexkrämpfe von den normalen Reflexbewegungen nur dadurch, daß sie heftiger und ausgebreiteter und insbesondere, daß sie nicht normal associirte, sondern je nach dem Sitze und der Stärke der Ursache mehr oder weniger ungeordnete, vereinzelte oder unzweckmäßig unter einander verbundene Bewegungen sind. Das ausgeprägteste Bild der Reflexkrämpfe zeigt die Hysterie, in deren heftigeren Anfällen, wie bei einem enthaupteten oder narkotisirten Frosche, der geringste peripherische Reiz, selbst eine leise Berührung der Haut, starke und weitverbreitete Reflexkrämpfe aller willkürlichen Muskeln hervorzurufen vermag.

Mit den bisher erwähnten drei Formen ist jedoch die Reihe der vom Rückenmarke ausgehenden Convulsionen noch nicht geschlossen. Die vorstehend betrachteten Convulsionen hatten sämmtlich ihren Grund in der Einwirkung eines unangemessenen, abnormen Bewegungsreizes auf das Rückenmark und die von demselben ausgehenden motorischen Nervenfasern, — wobei diese letzteren und das Rückenmark selbst vollkommen normal beschaffen sein konnten, — und ihre Verschiedenheit hing nur davon ab, daß diese dem Nervensysteme äußere Krankheitsursache in dem einen Falle auf das Rückenmark selbst, in dem anderen auf das Gehirn und die von demselben zum Rückenmarke gehenden Bewegungsfasern, in dem dritten auf die excitorischen Rückenmarksfasern einwirkte und dadurch zu heftige und überhaupt abnorme Muskelbewegungen hervorrief. In der That bedarf es keinerlei krankhaften Zustandes des Rückenmarkes und seiner verschiedenen Nervenfasern, damit heftige Congestionen zum Rückenmarke, oder Entzündung seiner Häute, oder Gehirnhöhlenwassersucht oder auch heftige peripherische Reize durch ihre mittelbare oder unmittelbare Einwirkung auf das Rückenmark Convulsionen hervorzurufen im Stande seien. Die Stärke der einwirkenden Krankheitsursache ist in allen diesen Fällen hinreichend, um dieselben hervorzubringen. Nur bei den Reflexkrämpfen erwähnten wir bereits einer besonderen Erregbarkeit, also einer krankhaften Beschaffenheit des Rückenmarkes als wichtiger Mitbedingung der besonders heftigen und ausgedehnten Reflexconvulsionen. Strenge genommen sollten deßhalb die Reflexkrämpfe auch ge-

trennt werden in solche, die nur der heftigen Einwirkung eines peripherischen Reizes und der dadurch bedingten gesteigerten Thätigkeit excitorischer Nervenfasern, und in solche, die einer krankhaften Beschaffenheit des Rückenmarkes selbst, bei der selbst geringe und normale Reize Krämpfe bewirken können, ihr Entstehen verdanken. Doch gehen diese zwei Arten von Reflexkrämpfen zu allmälig in einander über und bieten auch in ihrer äußeren Erscheinung nicht hinreichende Verschiedenheiten dar, um eine solche Trennung nöthig zu machen. Anders aber als mit dieser Reflexthätigkeit des Rückenmarkes, deren Störungen nur unwesentliche Verschiedenheiten zeigen, ob dieselben bloß durch heftige abnorme Reize oder durch eine krankhafte Erregbarkeit des Rückenmarkes bei normalen Reizen vorzugsweise bedingt werden, verhält sich dies bei den anderen Thätigkeitsweisen des Rückenmarkes, nämlich bei jenen, wodurch die vom Gehirne und den Vorstellungen aus erregten willkürlichen Bewegungen bewirkt oder wenigstens wesentlich unterstützt und wodurch der vom Rückenmarke abhängige beständige Muskeltonus unterhalten wird. Wirken abnorme, materielle Reize krankhaft erregend auf das Gehirn und durch dieses auf das Rückenmark, so entstehen auch bei vollkommen normaler Beschaffenheit des letzteren die bereits betrachteten Gehirnconvulsionen. Es giebt aber auch einen krankhaften Zustand des Rückenmarkes, bei dem schon die ganz normalen Willensreize krampfhafte Bewegungen der willkürlichen Muskeln hervorrufen, — in ähnlicher Weise, wie in der Hysterie ganz normale peripherische Reize Reflexkrämpfe bewirken können, — und diese krampfhaften Bewegungen erscheinen unter einer ganz anderen Form, als die sonstigen Gehirnconvulsionen, es sind die choreaartigen Krämpfe. Wir sehen ferner, daß wenn abnorme materielle Reize, wie Blutüberfüllung, Ausschwitzung, auf das Rückenmark selbst erregend einwirken, die eigentlichen Rückenmarksconvulsionen entstehen, wie in der Eklampsie der Gebärenden, wobei es durchaus keines besonderen krankhaften Zustandes des Rückenmarkes selbst bedarf. Es giebt aber noch eine andere, in ihrem ganzen Verhalten verschiedene Form von Krampf willkürlicher Muskeln, die ebenfalls nur vom Rückenmarke ausgeht, aber auf einem krankhaften Zustande des Rückenmarkes selbst, auf einer krankhaften Steigerung der normalen Bedingungen des vom Rückenmarke abhängigen Muskeltonus zu beruhen scheint, es ist dies der Starrkrampf, Tetanus. Daß der Veitstanz und die Gehirnconvulsionen, sowie Tetanus und sonstige Rückenmarksconvulsionen in ihrer äußeren Erscheinung so ganz verschieden sind, während die zwei Arten von Reflexconvulsionen eine vollkommene Uebereinstimmung zeigen, mögen sie durch abnorme peripherische Reize bei gesundem Rückenmarke, oder umgekehrt bei krankhaft beschaffenem Rückenmarke durch normale peripherische Reize bedingt werden, erklärt sich leicht. Die normalen und abnormen Reize der Reflexbewegungen sind wesentlich von derselben Art, nämlich mechanische und chemische; sie sind nur hinsichtlich ihrer Stärke verschieden, zeigen nur quantitative Unterschiede. Die abnormen, materiellen Reize aber, die bei normal beschaffenem Rückenmarke Gehirn- und Rückenmarksconvulsionen hervorrufen, je nachdem sie mittelbar vom Gehirne aus, oder unmittelbar auf das Rückenmark einwirken, sind von den normalen Willensreizen und den normalen Bedingungen des Muskeltonus, die bei eigenthümlich krankhafter Beschaffenheit des Rückenmarkes die äußere Bedingung des Veitstanzes und des Tetanus abgeben, ihrem ganzen Wesen nach verschieden. — Doch wir müssen diese beiden letzten Formen von Rückenmarkskrämpfen noch etwas näher betrachten.

Das Wesentliche in der Erscheinung des Veitstanzes und der choreaartigen Krämpfe überhaupt besteht darin, daß die daran Leidenden bei unge-

trübtem Bewußtsein und ungestörtem Vonstattengehen aller höheren Seelenthätigkeiten nicht im Stande sind, ihren Körper ruhig zu halten, weil schon die leiseste Bewegungsvorstellung, die im gesunden Zustande vielleicht ohne alle Wirkung geblieben oder doch durch entgegengesetzte Bewegungsvorstellungen gehemmt worden wäre, unmittelbar und unaufhaltsam mancherlei Bewegungen, Zuckungen der Gesichtsmuskeln, der Extremitäten, des Rumpfes u. s. w. hervorruft. Jede wirklich beabsichtigte Körperbewegung wird dabei im höchsten Grade unsicher, weil sich damit eine Menge anderer Mitbewegungen verbindet, die durch ihre Zahl, wie durch ihre Stärke, die willkürlich beabsichtigte Bewegung stören oder selbst zu einer ganz anderen machen. Aber auch in den höchsten Graden des Veitstanzes äußert sich derselbe immer nur durch wohlgeordnete Bewegungen, deren Association, wie die der Mitbewegungen überhaupt, theils in der ursprünglichen normalen Anordnung der Nervenfasern, theils in den durch Uebung und Gewohnheit erworbenen näheren Beziehungen derselben ihren Grund hat. Solche Kranke tanzen, laufen, klettern, springen; aber alle diese an sich normalen Bewegungen sind auf das Mannichfachste und in ganz ungewöhnlicher Weise unter einander verbunden und werden nicht selten mit einer ganz staunenswerthen Kraft und anscheinenden Geschicklichkeit ausgeführt. Auch bei diesen höchsten Graden des Veitstanzes ist das Bewußtsein in der Regel ungetrübt, allein die Bewegungen werden alle nicht nur unwillkürlich, sondern entschieden gegen den Willen des Kranken ausgeführt. Von allen anderen Convulsionen unterscheiden sich demnach die choreaartigen Krämpfe fast in jeder Beziehung; aber auch die ausgebildetsten Formen derselben, die so oft Gegenstand blinder Verwunderung gewesen sind, werden uns bis auf einen gewissen Grad verständlich, wenn wir annehmen, daß auch im normalen Zustande die willkürlichen Bewegungen erst im Rückenmarke, obwohl auf einen vom Gehirne herkommenden bestimmten Anstoß entstehen und sich in eigenthümlicher Weise zu Gesammtbewegungen verbinden, oder wenigstens durch eine im Rückenmarke stattfindende Erregung mannichfach verbundener Mitbewegungen wesentlich unterstützt werden; denn alle convulsivischen Bewegungen im Veitstanze sind solche Mitbewegungen, die jedoch in Folge eines krankhaften Zustandes des Rückenmarkes zu leicht und eben deßhalb zu heftig und in zu großer Ausdehnung entstehen. Die choreaartigen Krämpfe sind in gewisser Beziehung auch Reflexkrämpfe, nur daß sie nicht, wie diese, in Folge der Thätigkeit centripetaler, excitorischer Fasern von der Peripherie aus, sondern im Gegentheile, wie alle Mitbewegungen, in Folge der Thätigkeit centrifugaler, motorischer Fasern vom Gehirncentrum aus durch Reflex, d. h. durch Ueberspringen der Thätigkeit im Rückenmarke anstehen. Inwiefern sie sich dagegen von den sonstigen vom Gehirne aus erregten Convulsionen unterscheiden, wurde bereits früher auseinandergesetzt. Ganz charakteristisch für alle choreaartigen Krämpfe, auch in deren höchsten Graden, ist es endlich, daß sie nie im Schlafe sich einstellen, sondern im Gegentheile aufhören, sobald Schlaf eintritt, während alle anderen Arten von Convulsionen und Krämpfen ebensowohl, viele selbst vorzugsweise im Schlafe sich einstellen; und es giebt dies den schlagendsten Beweis dafür, daß, wie dies auch die Eigenthümlichkeit aller Mitbewegungen ist, Bewegungsvorstellungen oder wirkliche willkürliche Bewegungen den nothwendigen ersten Anstoß für den Ausbruch der choreaartigen Krämpfe geben müssen, wenn dieselben auch einmal entstanden, sich vielfach selbstständig unter einander mögen erregen können.

Der Starrkrampf oder Tetanus unterscheidet sich von allen anderen Krämpfen durch eine ganz eigenthümliche Steifheit und Starrheit der davon

befallenen Muskeln, die ganz verschieden ist von dem Verhalten der Muskeln, selbst bei heftiger convulsivischer Zusammenziehung derselben, und wobei dieselben sich ganz unnachgiebig, fast wie festes Holz anfühlen. In der Regel beginnt diese Steifheit in den Muskeln des Nackens und des Schlundes; die Kranken können nur mit Mühe den Kopf bewegen und das Schlucken fällt ihnen schwer. Allmälig verbreitet sich diese tonische Muskelspannung weiter, ergreift zunächst die Kaumuskeln, erzeugt Mundklemme, Trismus, und dehnt sich dann immer mehr über alle Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten aus, bis in den höchsten Graden der Kranke ganz steif, gestreckt und unbeweglich daliegt. Allein diese eigenthümliche Steifheit der Muskeln ist allerdings nicht die einzige Erscheinung gestörter, vom Rückenmarke abhängiger Muskelthätigkeit, die der vom Tetanus Befallene darbietet. Im Gegentheile ist gleichzeitig die gesteigerte Erregbarkeit des Rückenmarkes, die auch den höheren Graden der Reflexkrämpfe zu Grunde liegt, in solcher Weise vorhanden, daß nicht selten schon sehr geringe peripherische Reize, eine Berührung der Haut, selbst ein bloßer Luftzug hinreichend sind, um ganz allgemeine Convulsionen, Reflexkrämpfe, zu erregen, die dann mit dem Starrkrampfe abwechseln. Das Bewußtsein ist dabei in allen Fällen wenigstens anfangs ungetrübt, und die Kranken können deßhalb häufig mehr oder weniger Schmerzen, zunächst im Nacken und längs des Rückgrathes, wo auch die Muskelsteifheit zuerst eintritt, dann aber auch bald hier, bald da in anderen Körpertheilen empfinden.

Daß nun das Wesen des Starrkrampfes nicht wie das aller anderen Krämpfe in einzelnen krankhaften Erregungen motorischer Nervenfasern besteht, in welcher Richtung und in welcher mittelbaren oder unmittelbaren Weise dieselben statthaben mögen, sondern vielmehr in einer krankhaften Steigerung des anhaltenden, vom Rückenmarke abhängigen Muskeltonus, dessen Bedingungen wir hier jedoch nicht weiter nachforschen können, seinen Grund hat, wird aus dem ganzen Verhalten des Starrkrampfes wenigstens in hohem Grade wahrscheinlich. Nur so erklärt sich die eigenthümliche Steifheit der Muskeln im Starrkrampfe, die, wie schon erwähnt, auch in ihrer äußeren Erscheinung etwas ganz Anderes ist, als die Härte eines stark zusammengezogenen Muskels. So erklärt sich auch die lang anhaltende gleichmäßige Dauer des Starrkrampfes, der nicht selten bis zum Tode des Kranken nicht nachläßt; denn alle andere Nerventhätigkeit, und namentlich auch alle sonstige von Nerventhätigkeit abhängende Muskelthätigkeit ist ihrer Natur nach wechselnd und nur von kurzer Dauer, je nach der Einwirkung der sie erregenden Reize, und nur die Thätigkeit, wodurch der Muskeltonus bewirkt wird, ist eine gleichmäßig anhaltende. So erklärt es sich endlich auch, warum unerachtet des ungetrübten Bewußtseins und der Freiheit der höheren Seelenthätigkeiten keine willkürliche, vom Gehirne ausgehende Bewegungen im Tetanus möglich sind, warum dieselben wenigstens nur sehr schwer und unvollständig erfolgen. Wie alle organische Verhältnisse auf das Feinste gegen einander abgewogen sind, so bedarf auch die durch den Willensreiz in Thätigkeit versetzte motorische Nervenfaser der Unterstützung des normalen Muskeltonus, um eine beabsichtigte Muskelbewegung zu bewirken. Hat aber diese Thätigkeit einer auf einen Muskel einwirkenden Nervenfaser einen abnorm gesteigerten Tonus der antagonistischen Muskeln zu überwinden, ist vielleicht durch den allgemein gesteigerten Tonus die Beschaffenheit sämmtlicher Muskeln in der Art verändert, daß sie zugleich weniger leicht der Einwirkung der motorischen Nervenfasern gehorchen, so begreift man die Erschwerung und selbst die Unmöglichkeit der willkürlichen Bewegungen, während doch zu gleicher Zeit durch stärkere krankhafte Reflexreize vom Rückenmarke aus in

denselben Muskeln die heftigsten und allgemeinsten Reflexkrämpfe erregt werden können.

Sämmtliche bisher betrachtete Formen von Convulsionen, die eigentlichen Rückenmarks-, wie die Gehirnconvulsionen, die Reflexkrämpfe, der Veitstanz und der Starrkrampf können nun in den verschiedensten Graden der Stärke vorkommen, von dem leisen Zucken einzelner Muskeln und selbst einzelner Muskelbündel bis zu den heftigsten Zusammenziehungen der Muskeln, wodurch selbst Knochen zerbrochen werden können; denn es ist nicht selten der Fall, daß convulsivische Muskelbewegungen einen viel höheren Stärkegrad zeigen, als dasselbe Individuum, an dem dieselben statthaben, durch den Willenseinfluß zu äußern im Stande sein würde. Es wird aber dieser verschiedene Stärkegrad der convulsivischen Muskelbewegung theils durch die Heftigkeit der dieselben veranlassenden Ursache, theils durch die größere oder geringere Erregbarkeit der Bewegungsnerven und deren Mittelpunkte, theils endlich durch die verschiedene Irritabilitätsstärke, d. h. den Organisationszustand der betreffenden Muskeln selbst bedingt.

Eine ebenso große Verschiedenheit zeigen die Convulsionen hinsichtlich ihrer Ausdehnung über größere oder kleinere Gruppen von Muskeln, denn sie können ganz partiell, auf einzelne oder wenige zusammengehörende Muskeln beschränkt, oder sie können allgemein über einen großen Theil oder die Gesammtheit der willkürlichen Muskeln ausgebreitet sein. Partiell sind sie und um so mehr auf ganz einzelne Theile beschränkt, je mehr eine bestimmte, absolut oder relativ äußere Krankheitsursache dieselben allein bedingt, und je ausschließlicher diese Krankheitsursache nur auf einzelne motorische Nervenfasern, sei es mittelbar oder unmittelbar, einwirkt. Je heftiger dagegen die Krankheitsursache einwirkt und je mehr sie zugleich mit einer krankhaften Anlage des Rückenmarkes zusammentrifft, in Folge deren das Entstehen von Mitbewegungen und Reflexthätigkeit, gleichsam das Ueberspringen von einer Faser auf andere erleichtert ist, um so allgemeiner werden die Krämpfe sich äußern.

Was die einzelnen Arten der Convulsionen in dieser Hinsicht betrifft, so treten die eigentlichen Rückenmarksconvulsionen, wie die Eklampsie der Gebärenden, wohl immer als allgemeine über den ganzen Körper verbreitete auf, weil es der Mittelpunkt der gesammten Bewegungsthätigkeit, das Rückenmark selbst ist, das in diesen Fällen von der Krankheitsursache unmittelbar betroffen wird, und weil überdies diese Krankheitsursache, z. B. Blutüberfüllung, sich so leicht über das ganze Rückenmark verbreitet. Aber auch bei den vom Gehirne aus erregten Convulsionen, namentlich bei der Epilepsie, bei den Convulsionen hydrocephalischer Kinder u. s. w. zeigen sich nicht minder sämmtliche Muskeln des Körpers in gleicher Weise krampfhaft ergriffen, und wir sind um so weniger im Stande, diese Eigenthümlichkeit zu erklären, da wir allgemeine Convulsionen durch Entartungen in den allerverschiedensten Theilen des Gehirnes oder seiner Umgebung in gleicher Weise entstehen sehen, während in anderen Fällen ganz ähnliche Entartungen in denselben Theilen keine Convulsionen zur Folge haben. Wir müssen deßhalb hier, wie überhaupt überall, wo es sich von der Thätigkeit des Gehirnes selbst und nicht bloß der von ihm ausstrahlenden Nerven handelt, unsere gänzliche Unwissenheit eingestehen; denn nicht nur ist uns die Natur der einzelnen Hirnorgane und deren Verbindung unter einander noch vollkommen unbekannt, sondern auch die Art, wie die einzelnen Gelegenheitsursachen der Convulsionen auf das Gehirn und dessen einzelne Theile und durch diese auf das Rückenmark einwirken, ist noch im höchsten Grade räthselhaft. Wie innig aber die Verbindung der einzelnen Hirntheile unter einander ist, wie

außerordentlich leicht hier eine Thätigkeit die andere hervorruft, geht unter Anderem auch daraus hervor, daß trotz der Selbstständigkeit der beiden seitlichen Hälften des Gehirnes, der zufolge vom Gehirne ausgehende Lähmungen meist nur halbseitige sind, halbseitige vom Gehirne ausgehende Convulsionen fast nie, und wohl nur dann vorkommen, wenn, wie z. B. bei Hirnerweichung, die eine Seite des Körpers bereits gelähmt, mithin dem Einflusse des Gehirnes ganz entzogen ist. In anderen Fällen freilich können auch, so auffallend dies erscheinen mag, bereits gelähmte Glieder von Convulsionen befallen werden, und es steht dies nicht in Widerspruch mit der eben gemachten Bemerkung, daß bei Hirnerweichung und dadurch bedingter halbseitiger Lähmung die Convulsionen nur deßhalb halbseitig seien, weil die gelähmte Körperhälfte dem Einflusse des Gehirnes entzogen sei. Es kommt hier Alles auf den Ort an, wo die krankhafte Reizung statthat. Die Convulsionen gelähmter Glieder sind genau den Schmerzen bei Anästhesie zu vergleichen. Sind gewisse Hirntheile, welche die Uebertragung des Willensreizes auf die Bewegungsnerven bestimmter Körpertheile vermitteln, durch Erweichung oder sonstwie zerstört, so tritt Lähmung dieser Körpertheile ein, und ein krankhafter Reiz, der auf das Gehirn oberhalb der erweichten und zerstörten Stelle einwirkt, vermag in diesen Körpertheilen keine Convulsionen hervorzurufen; wohl aber mag dies noch geschehen durch jeden Reiz, der auf die erweichten und zerstörten Hirnfasern an dem nach der Peripherie hingerichteten Ende einwirkt.

Bei weitem am häufigsten zeigen sich die Reflexkrämpfe als ganz partielle, nur auf wenige oder ganz einzelne Muskeln beschränkte, und sie liefern dadurch den Beweis, daß im Rückenmarke noch viel weniger als im Gehirne ein bestimmtes Bewegungscentrum, eine Stelle, von der alle Bewegungsnerven ausstrahlen, vorhanden ist, sondern daß jeder kleinste Theil des Rückenmarkes ein Bewegungscentrum für gewisse Theile ist, daß in jedem kleinsten Theile des Rückenmarkes Reflexbewegungen vermittelt werden können, so lange derselbe nämlich mit centripetalen und centrifugalen, in Muskeln sich verbreitenden Nerven in normaler Verbindung ist. Während die durch unmittelbare Einwirkung auf das Rückenmark bedingten Convulsionen und die Gehirnconvulsionen in der Regel allgemein sind, sind die Reflexkrämpfe des Rückenmarkes in der Regel auf einzelne Theile beschränkte und werden nur allgemein durch einen besonderen krankhaften Zustand des Rückenmarkes, in Folge dessen die Verbreitung der örtlich angeregten Thätigkeit mit ungewöhnlicher Leichtigkeit von Statten geht. Auf diese Weise entstehen die als allgemeine Reflexkrämpfe zu betrachtenden Convulsionen, die im Tetanus mit dem Starrkrampfe zuweilen abwechseln, und besonders die allgemeinen hysterischen Convulsionen. Auch dürften manche Eklampsien der Kinder, bei denen die Erregbarkeit des Nervensystemes überhaupt eine größere ist, und namentlich als Convulsibilität oft einen hohen Grad erreicht, hierher zu rechnen sein, insofern jene Eklampsien nämlich nicht durch ein Leiden des Gehirnes, sondern vom Darmcanale aus, durch gastrische Störungen, Würmer u. s. w. erregt werden. Zuweilen läßt die mangelnde Betäubung oder wenigstens ein viel geringerer Grad der Bewußtlosigkeit solche Eklampsien von Gehirnconvulsionen der Kinder unterscheiden. — Die partiellen hierhergehörigen Reflexkrämpfe lassen sich nicht einzeln aufzählen, denn sie können im Bereiche jedes motorischen Rückenmarksnerven, ja jeder einzelnen solcher Nervenfaser vorkommen. Im Allgemeinen läßt sich jedoch sagen, daß in denjenigen Muskeln, die am meisten zu normalen Reflexbewegungen befähigt und bestimmt sind, auch am häufigsten durch Reflex bedingte Krämpfe vorkommen, wofür der Grund sich leicht einsehen läßt. Besonders häufig kommen

deßhalb neben manchen anderen, Reflexkrämpfe auch in den willkürlichen, zum Athmen mitwirkenden Muskeln vor; und so sind auch die Schlundkrämpfe, sowie die als Tenesmus und Strangurie bekannten Krämpfe der Schließmuskeln des Mastdarmes und der Blase hierher zu rechnen. Was die letzteren betrifft, so berechtigt die in der Regel damit verbundene Schmerzhaftigkeit durchaus nicht, diese Krämpfe, wie es wohl geschehen ist, als eine besondere Form anzusehen, denen auch die schmerzhaften Wadenkrämpfe beizuzählen wären. Der Schmerz bei Tenesmus und Strangurie gehört nicht dem Krampfe als solchem an, hat nicht in dem krampfhaft zusammengezogenen Muskel seinen Sitz, sondern vielmehr in der erkrankten, entzündeten, geschwürigen Schleimhaut, die durch den krampfhaft zusammengezogenen Schließmuskel heftig eingeschnürt wird. Die schmerzhaften Wadenkrämpfe, so häufig mit Unterleibsleiden verbunden, sowie andere ähnliche partielle Muskelkrämpfe mögen allerdings auch in vielen Fällen durch das Rückenmark vermittelte Reflexkrämpfe sein, während sie in anderen Fällen auch durch unmittelbare Reizung der betreffenden Muskelnerven entstanden sein können; aber auch bei ihnen hat der Schmerz nur insofern in dem Muskel selbst seinen Sitz, als durch die heftige Zusammenziehung desselben ein durch den Muskel hindurchtretender, sensible Hirnfasern enthaltender Nerv gedrückt und somit der Schmerz erregt wird. Ein Krampf erregt für sich nie Schmerz. Wo deßhalb sonst noch Schmerzen mit Krämpfen verbunden vorkommen und dieselben nicht wie in den bisher erwähnten Fällen entfernte mittelbare Folgen der Krämpfe sind, können sie nur dadurch entstanden sein, daß dieselbe Schädlichkeit, die auf motorische Nervenfasern einwirkend, den Krampf hervorrief, gleichzeitig auch sensible Gehirnfasern traf und somit Schmerzen bedingte.

Auch die choreaartigen Krämpfe sind in den meisten Fällen nur partielle. Selbst der Veitstanz ist häufig auf eine Körperseite beschränkt, befällt oft nur die obere oder untere Extremität, oder gar nur vereinzelte Muskelpartien und äußert sich dann nur durch Zucken des Kopfes, Verzerrungen des Gesichtes und überhaupt durch Bewegungen, wie sie häufig auch bloß in Folge übler Angewohnheit entstehen. In anderen Fällen erstreckt sich der Veitstanz auch über alle willkürlichen Muskeln. Der Unterschied zwischen dem sogenannten kleinen und großen Veitstanze bezieht sich nicht auf eine wesentliche Verschiedenheit, sondern nur auf die verschiedene Ausdehnung der Krankheit. Eine eigenthümliche, in neuerer Zeit erst genauer beachtete Art von ganz partieller Chorea ist der Finger- oder Schreibkrampf, der nur bei dem Versuche, gewisse Bewegungen mit den Fingern vorzunehmen, eintritt, und bei dem durch das Entstehen zu ausgedehnter und zu starker Mitbewegungen das Zustandekommen der beabsichtigten Bewegung unmöglich gemacht wird.

Der Tetanus endlich ergreift in der Regel alle willkürliche Muskeln des Körpers, wenn auch in sehr verschiedenen Graden; doch kann eine krankhafte Steigerung des Muskeltonus auch in einzelnen Muskeln und Muskelgruppen vorkommen. Die bekannteste Form des partiellen Starrkrampfes bietet die Mundsperre, Trismus, dar, die zwar meistens nur mit dem allgemeinen Tetanus verbunden, in nicht ganz seltenen Fällen doch auch für sich vorkommt. Auch manche Muskelcontracturen scheinen nur auf einer auf gewisse Muskeln beschränkten Steigerung des normalen Tonus zu beruhen. Man hat auch alles Stottern nur als in fehlerhafter Thätigkeit motorischer Nervenfasern begründet, als eine Krampfkrankheit angesehen, und hat demgemäß, als die zwei Arten desselben, das tetanische, starrkrampfige, und das choreische, veitstanzartige Stottern unterschieden.

Was die Ursachen betrifft, so bedarf es für die Entstehung der Convulsionen ebenso wenig in allen Fällen einer besonderen, in einem krankhaften Zustande der Nerven selbst begründeten Anlage, als es einer solchen für die Entstehung der Schmerzen bedarf, sondern es können im Gegentheile auch die heftigsten allgemeinen Convulsionen ohne alle solche Anlage durch sonst geeignete Ursachen hervorgerufen werden; wohl aber werden auch die Convulsionen leichter durch geringfügigere Ursachen und in größerer Ausdehnung entstehen, wenn in den motorischen Nerven jene krankhafte Erregbarkeit vorhanden ist, die überhaupt die Anlage zu allen Nervenleiden giebt, die wir in den sensiblen Nerven als Hyperästhesie bezeichnet haben und die man in den motorischen Nerven wohl als Convulsibilität bezeichnet hat. Ja, in einigen Formen von Convulsionen kommt, wie wir schon im Vorbeigehen erwähnt haben, dieser in einem krankhaften Zustande der Nerven und deren Centraltheile begründeten Convulsibilität sogar eine entschieden größere Bedeutung für die Entstehung der Convulsionen zu, als den etwaigen Gelegenheitsursachen. — Gelegenheitsursache der Convulsionen kann dagegen Alles werden, was in irgend einer Weise mittelbar oder unmittelbar als abnormer Reiz auf motorische Fasern einwirkt und dieselben somit in krankhaft gesteigerte oder sonst abnorme Thätigkeit versetzt, wie Alles, was in ähnlicher Weise auf sensible Nervenfasern einwirkt, Schmerz erregt. Allein mit dieser allgemeinen Bestimmung ist für die Erklärung der Art und Weise, wie in den einzelnen Fällen die verschiedenen Formen der Convulsionen entstehen, welches ihre besonderen Ursachen sind und wie dieselben wirken, noch wenig gewonnen, und wir müssen von vornherein gestehen, daß in der ganzen noch so vielfach dunklen Nervenpathologie kein Theil sich findet, der so zahlreiche, ganz ungelös'te Räthsel uns darbietet, als gerade der in Rede stehende.

Eine der wichtigsten Gelegenheitsursachen, wie so mancher anderen vom Nervensysteme ausgehenden Krankheitserscheinungen, so auch der Convulsionen, ist ohnstreitig die Congestion, die acute oder passive Blutüberfüllung der Haargefäße in nächster Nähe motorischer Nervenfasern oder motorischer Centralpunkte. Daß nun eine solche Blutüberfüllung ebensowohl im Rückenmarke statthaben kann, wie im Gehirne, ist wohl nicht zu bezweifeln, obwohl sie sich an ersterem Orte weit weniger kund zu geben vermag, als an letzterem, wo, abgesehen von den viel deutlicheren äußeren Kennzeichen, schon in dem eigenen Bewußtsein jede leiseste Störung des Gehirnes in einer oder der anderen Weise wahrgenommen wird. Aber Congestionen und besonders active sind auch selten so örtlich beschränkt, daß sie nicht in den meisten Fällen über ein so eng verbundenes Ganzes, wie Gehirn und Rückenmark ausmachen, sich gleichzeitig erstrecken sollten, und es entsteht daraus die Schwierigkeit, ja die Unmöglichkeit, in den Fällen, wo Congestionen die Ursache von Convulsionen zu sein scheinen, zu bestimmen, ob diese mehr der Einwirkung der Congestion auf das Gehirn oder auf das Rückenmark ihr Entstehen verdanken. Nur die Bedeutung des Rückenmarkes, als Bewegungscentrums, und die Thatsache, daß selbst die heftigsten Gehirncongestionen so häufig vorkommen, ohne Convulsionen zu bewirken, läßt uns als höchst wahrscheinlich annehmen, daß die durch Congestion bedingten Convulsionen, wie namentlich die Eklampsie der Gebärenden, aber auch vielleicht manche andere im Beginne heftiger Fieber vorkommende Convulsionen mehr vom Rückenmarke selbst als vom Gehirne ausgehende sind. Daß in gleicher Weise Entzündung des Rückenmarkes und seiner Häute Ursache von Convulsionen werden kann, so lange nämlich nicht eine bedeutendere, Lähmung bewirkende Ausschwitzung eingetreten ist, ist durch zahlreiche Beobach-

tungen hinlänglich bestätigt. Weitere Folgen der Entzündung aber, wie sonstige Entartungen, Erweichungen, Geschwülste u. s. w. bewirken im Rückgrathscanale weit eher Lähmung als Convulsionen.

Im Gehirne dagegen sehen wir außer der Entzündung seiner Häute, besonders wenn dieselbe sich zur Grundfläche des Gehirnes und zum Anfange des Rückenmarkes erstreckt, namentlich auch die Folgen und Producte derselben als häufige Ursachen von Convulsionen auftreten. Alle materiellen Veränderungen des Gehirnes selbst oder seiner nächsten Umgebung, Ansammlung von Wasser in den Gehirnhöhlen, Gehirnerweichung, Entartungen aller Art, Abscesse, Tuberkeln, sonstige Geschwülste, krankhafte Veränderungen der Hirnhäute und des Schädels, Exostosen u. s. w. können Convulsionen bedingen. Aber alle diese materiellen Veränderungen können auch vorhanden sein und sind oft genug wirklich vorhanden, ohne Convulsionen zu bewirken, und bei unserer noch so geringen Kenntniß von dem feineren Bau und der Thätigkeitsweise des Gehirnes und seiner einzelnen Theile, sind wir weit davon entfernt, den Grund dieses auffallenden Unterschiedes immer angeben zu können. Vielfach mag es hier darauf ankommen, auf welche einzelne, vielleicht sehr beschränkte Stelle im Gehirne der krankhafte Reiz einwirkt, und namentlich ob dadurch mittelbar oder unmittelbar der Anfang des Rückenmarkes selbst, das verlängerte Mark getroffen wird; allein auch dies erklärt nur einen Theil der Fälle, denn sehr häufig ist die Ursache, z. B. eine materielle Entartung, eine gleichmäßig andauernde, und dennoch erscheinen die von ihnen bewirkten Convulsionen nur von Zeit zu Zeit, oft selbst in sehr langen Zwischenräumen. Es ist möglich, daß hier von Zeit zu Zeit Veränderungen in dem ursachlichen Leiden, der materiellen Entartung, ein stärkerer Blutandrang oder dergleichen stattfinden, allein wir sind nicht im Stande, einen Beweis dafür zu liefern, und möglicher Weise könnte auch in der Erregbarkeit des Nervensystemes von Zeit zu Zeit eine solche Steigerung eintreten, die es möglich macht, daß jetzt Convulsionen durch eine vielleicht geringfügige Ursache bedingt werden, die, obwohl immer vorhanden, zu anderer Zeit solche Wirkung nicht hat. Namentlich gilt dies letztere von der eigentlichen Epilepsie, bei der wir häufig selbst gar nicht im Stande sind, irgend eine materielle Ursache im Gehirne aufzufinden, während in vielen anderen Fällen eine solche entschieden vorhanden ist. Die Epilepsie ist in dieser Beziehung genau der Neuralgie zu vergleichen. Die Epilepsie ist ebenso wenig eine ihrem Wesen und ihrer Entstehung nach ganz verschiedene Art von Convulsion, wie die Neuralgie eine ihrem Wesen und ihrer Entstehung nach verschiedene Art von Schmerzen ist. Man begreift nur unter dem Namen der Epilepsie alle jene Fälle von Gehirnconvulsionen, die nicht bloße Begleiter anderer selbstständiger Krankheiten zu sein scheinen, bei denen wohl gar keine bestimmte Ursache sich nachweisen läßt, die chronisch, oft mehr oder weniger streng periodisch sind, und die durch Alles dieses einen Anschein der Selbstständigkeit erhalten, der den meisten anderen Convulsionen abgeht, — wie man ganz in derselben Weise den Begriff der Neuralgie sich gebildet hat. Hier aber wie dort ist kein Grund vorhanden, das Leiden für ein ganz eigenthümliches, bloß dynamisches, immaterielles zu halten, da so wenig dazu gehört, um die heftigsten Nervenerscheinungen hervorzubringen, wenn dies Wenige am rechten Orte sich befindet, und da unseren noch so unzulänglichen Untersuchungsmitteln eine geringe materielle Ursache innerhalb des Nervensystemes sich so leicht entziehen kann.

Eine andere nicht unwichtige Frage dagegen ist die, ob außer den bisher betrachteten materiellen und bloß mechanisch wirkenden auch chemisch wirkende

Reize, wenn sie dem Blute beigemischt oder sonstwie das Gehirn, und namentlich das Rückenmark selbst treffen, Convulsionen zu bedingen im Stande sind; ob hierher, wie man wohl angenommen hat, die Convulsionen vor dem Ausbruche der Pocken, des Scharlaches und anderer Exantheme zu rechnen sind, oder ob dieselben bloß durch Blutüberfüllung der Nervencentraltheile bedingt sind; ob die in Folge von Metallvergiftungen vorkommenden Convulsionen durch chemische Einwirkung auf die Nerven und ihre Centraltheile entstehen; und ob wohl gar in Folge eines krankhaften, organisch-chemischen Processes unter begünstigenden Umständen sich besondere Gifte bilden können, die als chemische Reize auf das Nervensystem einwirken und so zu ganz verborgenen Ursachen von Convulsionen werden. Es ist einleuchtend, daß sich die Möglichkeit einer solchen chemischen Reizung des Nervensystemes in den angegebenen Fällen von vornherein nicht bestreiten läßt: allein ihre Wirklichkeit läßt sich bis jetzt ebenso wenig behaupten, und es muß der Zukunft vorbehalten bleiben, diese Fragen zu lösen. Jedenfalls aber dürfte unter den ursachlichen Momenten der Convulsionen, wie aller anderen gestörten Nerventhätigkeiten, dieses chemische Moment an Bedeutung weit hinter dem mechanischen zurückstehen. — Eine höchst auffallende und bis jetzt nicht genügend zu erklärende Thatsache ist es endlich, daß nicht nur Blutüberfüllung, wie wir gesehen haben, sondern auch Blutmangel, Anämie, der Nervenmittelpunkte, des Gehirnes und Rückenmarkes Convulsionen zu bewirken vermag, wenn nämlich der Blutverlust ein sehr rascher ist; denn allmälige Blut- und Säfteverluste werden bis zum äußersten Grade ertragen, ohne daß Convulsionen entstehen, während der Tod durch schnelle Verblutung häufig unter Convulsionen erfolgt.

Was die Gelegenheitsursachen der Reflexkrämpfe betrifft, so wissen wir, daß jeder ungewohnte Reiz, der die peripherische Ausbreitung excitorischer Nerven, vorzugsweise auf inneren Häuten trifft, solche Reflexkrämpfe bewirken kann, und er wird dies um so mehr thun, je heftiger, zugleich aber je ausgedehnter und je mehr er auch sonst gerade in der Weise einwirkt, die auch am leichtesten normale Reflexbewegungen hervorruft. So erregt die entzündliche Reizung der Conjunctiva oder gewisser innerer Theile des Auges mitunter heftigen Augenliderkrampf, Lichtscheu; in Folge von Reizung des Gehörganges sind weit verbreitete Krämpfe beobachtet worden, und noch ungleich häufiger entstehen auch allgemeine Krämpfe durch Reizung der Schleimhaut des Darmcanales in Folge von gastrischen Störungen, Würmern, krankhaften Absonderungen u. s. w. Ebenso sind es nicht selten Reizungen des Uterinsystemes durch die verschiedensten krankhaften Zustände, die eine hauptsächliche Veranlassung zu den mannichfachen, wunderbar wechselnden hysterischen Krämpfen abgeben; und Strangurie und Tenesmus entstehen vor Allem durch Schleimhautleiden der Blase und des Mastdarmes Allein auch hier begegnen wir Räthseln fast auf jedem Schritte; denn warum ein allem Anscheine nach gleiches Leiden in dem einem Falle solche Reflexkrämpfe bewirkt, in einem anderen Falle dagegen nicht; worin die feinen Verschiedenheiten, sei es der Oertlichkeit, sei es der Einwirkungsart, liegen, die es machen, daß z. B. eine Entzündung des Auges, oder Würmer und krankhafte Absonderungen im Darmcanale, oder Entartungen, z. B. des Uterus, bald zu den heftigsten Reflexkrämpfen Veranlassung geben, bald scheinbar ohne alle Wirkung auf das Rückenmark bleiben; welcher krankhafte Zustand des Rückenmarkes selbst endlich den Grund davon enthält, daß die entstehenden Reflexbewegungen, die sonst nur auf einen kleinen Kreis beschränkt bleiben, sich nun mit so erstaunlicher Leichtigkeit weiter verbreiten, und so selbst in Folge eines verhältnißmäßig ganz geringen peripherischen Reizes

die über fast alle Muskeln des Körpers sich erstreckenden Krämpfe entstehen, wie die ausgebildete Hysterie dieselben zeigt, — Alles das sind Fragen, deren Beantwortung wir bei dem jetzigen Stande unseres Wissens kaum versuchen dürfen.

Die Ursachen des Veitstanzes und der zu ihm gehörenden Krampfformen sind in noch größeres Dunkel gehüllt. Eigentliche Gelegenheitsursachen der den Veitstanz auszeichnenden krampfhaften Bewegungen sind, wie früher ausgeführt worden ist, die normalen Willensreize selbst. Es kommt deßhalb hier im Grunde vielmehr darauf an, zu untersuchen, welches die Bedingungen für jenen eigenthümlichen krankhaften Zustand des Rückenmarkes sind, in dessen Folge bei jeder beabsichtigten Bewegung oder selbst bei jeder Bewegungsvorstellung die zahlreichen, heftigen und ungeordneten Mitbewegungen entstehen, die das Wesen des Veitstanzes ausmachen. Da uns aber jener krankhafte Zustand des Rückenmarkes selbst noch unbekannt ist, so dürfen wir uns nicht wundern, wenn es bisher in keiner Weise gelungen ist, das, was die Beobachtung über etwaige entferntere Ursachen des Veitstanzes zu liefern vermocht hat, mit jenem eigenthümlichen Wesen desselben in irgend eine bestimmte Beziehung zu bringen. So wissen wir, daß der Veitstanz fast ausschließlich im kindlichen und jugendlichen Alter, wo der Körper noch im Wachsen ist, vorkommt. Neuere, vielfach bestätigte Beobachtungen haben gelehrt, daß häufig einige Halswirbel beim Veitstanze schmerzhaft sind, und wenn daraus auch keineswegs die Folgerung zu entnehmen sein dürfte, als ob Congestion oder Entzündung des Rückenmarkes an den betreffenden Stellen die hinreichende Ursache des Veitstanzes sei, — indem aus solchen Ursachen wohl die Entstehung von Krämpfen überhaupt, nicht aber die Entstehung der ganz eigenthümlichen Krampfform des Veitstanzes sich erklären ließe, so bleibt es doch wahrscheinlich, daß eine gewisse abnorme, vielleicht zu rasche oder nicht ganz gleichmäßig erfolgende Entwicklung der Rückgrathswirbel beim Wachsthume, die leicht auch von Congestion begleitet sein mag, — in irgend einer Weise, als wichtiges ursachliches Moment des Veitstanzes mitwirkt. Allgemein schwächende Ursachen, vorhergegangene Krankheiten, Onanie u. dgl., denen man vielfach als Ursachen des Veitstanzes eine zu große Bedeutung zugeschrieben hat, vermögen wohl nur die allgemeine Anlage zu Nervenkrankheiten, die größere Erregbarkeit des gesammten Nervensystemes zu vermehren, ohne jedoch einen hinreichenden Grund für die eigenthümliche Form des Veitstanzes abzugeben. Ob endlich auch peripherische Ursachen, namentlich z. B. Würmer, Ursache des Veitstanzes werden können, ist wohl mehr als zweifelhaft. — Die Ursachen der ganz partiellen Choreaformen, wie des Finger- und Schreibkrampfes und gewisser Arten des Stotterns, sind nicht minder dunkel. Letzteres mag wohl häufig mehr in einer geistigen Unvollkommenheit seinen Grund haben. Der Finger- und Schreibkrampf dagegen scheint hauptsächlich Folge großer und langdauernder Anstrengung zu sein, denn man findet ihn nur bei solchen, die ihre Finger zum Schreiben oder zu sonstigen ganz bestimmten Bewegungen sehr viel gebraucht haben.

Mit dem Starrkrampfe oder Tetanus verhält es sich hinsichtlich seiner Ursachen, wie mit dem Veitstanze. Auch hier ist uns die nächste Ursache, das Wesen der eigenthümlichen Krankheitserscheinung, noch ganz unbekannt und wir können deßhalb auch über die Wirkungsweise etwaiger Gelegenheitsursachen keine begründete Kenntniß haben. Daß nicht Entzündung des Rückenmarkes das Wesen des Tetanus begründet, geht aus zahlreichen Beobachtungen von Fällen hervor, in denen die Leichenöffnung keine Spur von Entzündung erkennen ließ. Auch zeigt die Rückenmarksentzündung einen ganz anderen Verlauf

als der Tetanus, wenn dieselbe auch nicht selten mit einzelnen Symptomen des Tetanus, namentlich mit einer gewissen tetanischen Steifheit des Rückens verbunden zu sein pflegt, und es dürfte mithin die Blutüberfüllung und Entzündung des Rückenmarkes in den Fällen, wo man sie bei der Leichenöffnung an wahrem Tetanus Verstorbener gefunden hat, mehr nur als eine Complication desselben anzusehen sein. — Als entferntere Ursache des Tetanus, insbesondere auch des partiellen Starrkrampfes, des Trismus, gilt namentlich der rheumatische Krankheitsproceß. Es mag wahr sein, daß mitunter Erkältung die entschiedene Veranlassung des Tetanus und Trismus ist; allein wir vermögen nicht zu erklären, wie und wodurch in dem einzelnen Falle Tetanus und Trismus dadurch entsteht, denn der rheumatische Krankheitsproceß ist für uns ebenso sehr eine unbekannte Größe, wie der Tetanus. — Bei weitem am häufigsten jedoch entsteht der Tetanus als Wundstarrkrampf, Tetanus traumaticus, durch ganz örtliche peripherische Ursachen, durch Verletzungen und Wunden, und wir sind hier nicht minder außer Stand, die Verkettung der einzelnen Vorgänge zu verfolgen, durch welche solche Verletzungen den Starrkrampf hervorbringen. Man hat wohl in der besonderen Natur der verletzten Körpertheile den Grund davon finden wollen, warum in einzelnen Fällen Starrkrampf auf die Verletzung folgt: allein es sind nicht immer sehnige, musculöse oder besonders nervenreiche Gebilde, deren Verwundung Starrkrampf veranlaßt. Derselbe folgt zuweilen auf ganz unbedeutende Verwundungen und ist andererseits bei allen Arten von Verwundungen doch auch wieder zu selten, als daß man nicht einsehen sollte, daß hier noch etwas ganz Besonderes, sei es nun als eigenthümliche Anlage, oder als Complication der Verwundung hinzukommen muß, wenn eine Verwundung Starrkrampf bedingen soll. Wir wissen, daß heißes Klima eine besondere Anlage zu Wundstarrkrampf bedingt, allein auf welche Weise, durch welche davon abhängende organische Veränderungen, das vermögen wir keineswegs einzusehen. Man will in einzelnen Fällen von Wundstarrkrampf den von dem verletzten Theile herkommenden Nerven entzündet gefunden haben; aber auch, wenn sich dieses als beständig ausweisen sollte, bliebe immer noch zu erklären, wie aus einer solchen Nervenentzündung Starrkrampf entsteht; denn es handelt sich hier nicht um eine Erregung des Rückenmarkes überhaupt, sondern um die Bewirkung einer ganz besonderen, sonst durch peripherische Reizung nicht erfolgenden Form von Rückenmarkskrampf. Daß aber eine bestimmte Beziehung zwischen solcher Verwundung und dem darauf folgenden Starrkrampf, und zwar vermittelt durch die Nervenverbindung des verletzten Theiles mit dem Rückenmarke besteht, scheint durch die öfters erfolgreiche Durchschneidung des verbindenden Nerven bewiesen zu werden, nach welcher der schon ausgebrochene Starrkrampf aufhörte.

Nach der ausführlicheren Erörterung der in den willkürlichen Muskeln auftretenden Krämpfe können wir uns über die vom Rückenmarke abhängigen Krämpfe der unwillkürlichen Muskeln ganz kurz fassen. Bekanntlich erhalten die unwillkürlichen Muskeln ihre Nervenfasern vom Rückenmarke, und jede Bewegung derselben ist daher zunächst nur von diesem abhängig. Doch herrscht über die Frage: welche unwillkürliche Muskeln vom Rückenmarke abhängig sind und welche nicht, auch unter den Anatomen und Physiologen noch vielfache Meinungsverschiedenheit. Daß das Herz und das gesammte Gefäßsystem seine motorischen Nervenfasern nicht vom Rückenmarke, sondern vom Gangliensysteme empfängt, darf wohl als ausgemacht angesehen werden. Nach den neuesten

Untersuchungen wird es aber auch wahrscheinlich, daß die Bewegungsnerven des Magens und Darmcanales, wie aller zum Verdauungsapparate gehörenden unwillkürlichen Muskeln und muskelähnlichen Gewebe nicht zur Rückenmarkssphäre, sondern zur Gangliensphäre gehören, und ebenso scheinen, namentlich zufolge pathologischer Beobachtungen, auch die Bewegungsnerven des Uterus nicht vom Rückenmarke, sondern ähnlich denen des Herzens von eigenthümlichen Ganglien, als ihren Centralpunkten, zu entspringen. Entschieden abhängig vom Rückenmarke sind dagegen die unwillkürlichen oder nur mittelbar willkürlichen Muskeln und muskelähnlichen Gewebe des gesammten Athmungsapparates, des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Bronchien und des Zwerchfelles, ferner des Schlundes und der Speiseröhre, sowie der Harnblase, und in ihnen allen können vom Rückenmarke aus krampfhafte Zusammenziehungen hervorgerufen werden. Deßhalb sehen wir die mannichfachsten Krämpfe unwillkürlicher Muskeln auch schon in Verbindung mit den bisher betrachteten Convulsionen willkürlicher Muskeln entstehen, mögen dieselben durch centrale Reizung des Rückenmarkes und des Gehirnes bedingt werden, oder als allgemeine Reflexconvulsionen auftreten. In den Anfällen der Eklampsie, der Epilepsie oder sonstiger Gehirnconvulsionen, wie in den heftigeren hysterischen Convulsionsanfällen, sind auch die unwillkürlichen Muskeln, insbesondere der Athmungsorgane, sehr häufig der Sitz krampfhafter Zusammenziehungen. Umgekehrt aber verbinden, sich auch mannichfache krampfhafte Bewegungen willkürlicher mit den Krämpfen unwillkürlicher Muskeln, wie ja auch bei den normalen Reflexbewegungen, z. B. des Athmens, willkürliche Muskeln mit den unwillkürlichen zusammenwirken.

Die den unwillkürlichen Muskeln vorzugsweise angehörenden Krämpfe scheinen jedoch alle nur einer Classe, der der Reflexkrämpfe nämlich, oder allenfalls der durch unmittelbare centrale Einwirkung auf die motorischen Rückenmarksnerven hervorgerufenen Krämpfe anzugehören. Die in den Athmungsorganen vorkommenden und hierher zu rechnenden Krämpfe sind zunächst die des Niesens, Hustens und Schluchzens, die durch Reizung der Schleimhaut der Nase, der Luftwege, namentlich des Kehlkopfes, sowie des oberen Magenmundes entstehen. Dieselben sind bereits so vielfach Gegenstand physiologischer Erörterung gewesen, daß wir uns hier nicht weiter darüber auszubreiten brauchen; doch verdient besonders das Husten noch viel genauere Untersuchungen, als demselben bis jetzt gewidmet worden sind, um die so sehr verschiedenen Arten desselben und deren ganz besondere Bedingungen, die theils in dem verschiedenen Sitze und Wesen der erregenden Ursache, theils in der Beschaffenheit der dabei in Thätigkeit gesetzten verschiedenen Theile bestehen, genauer kennen zu lernen. Aber auch die Bronchien selbst besitzen bis in ihre feinsten Verästelungen Wände, die aus Muskelfasern gebildet sind, und Manches scheint dafür zu sprechen, daß gewisse Arten des nervösen Asthma in einer krampfhaften Zusammenziehung dieser Muskelfasern der feinsten Bronchialzweige ihren wesentlichen Grund haben.

Wenn auch, wie oben erwähnt wurde, die Bewegungen des Magens und Darmcanales, neueren Untersuchungen zufolge, nicht durch Rückenmarksnerven vermittelt zu werden scheinen, so ist hier doch des Erbrechens als eines vom Rückenmarke ausgehenden Reflexkrampfes zu erwähnen. Man streitet sich bekanntlich noch über den Mechanismus des Erbrechens, und namentlich über die Theilnahme des Magens selbst daran; doch steht jedenfalls so viel fest, daß das Zwerchfell, wie die Bauchmuskeln, wesentlich dabei mitwirken, und daß es meistens peripherische Reize sind, die durch Reflex die convulsivische Brechbewegung hervorrufen. So entsteht Würgen und Erbrechen durch Reizung des

Rachens, sowie durch Alles, was in ungewohnter und hinlänglich starker Weise die innere Fläche des Magens selbst reizt. Daß Erbrechen aber auch durch centrale Reizung des Nervensystemes bewirkt werden kann, zeigen die Folgen der Einspritzung von Brechweinstein in die Gefäße. Hinsichtlich seiner Entstehung noch ganz unerklärt ist das Erbrechen bei Gehirnleiden und selbst bei bloßen Kopfschmerzen, denn es darf wohl als ausgemacht angesehen werden, daß nicht nur Magenleiden Kopfschmerz, sondern daß umgekehrt auch Kopfschmerz, ohne gleichzeitig vorhandenes Magenleiden, Erbrechen zu bewirken vermag. — In der Urinblase kennen wir die krankhaft gesteigerte Reflexthätigkeit als sogenannte Reizbarkeit der Blase, bei der schon eine verhältnißmäßig sehr geringe Ansammlung von Urin Zusammenziehung der Harnblase und Drang zum Urinlassen hervorruft, und in den Zeugungsorganen geben die auf übermäßiger Reizbarkeit beruhenden krankhaften Samenentleerungen beim Stuhlgange oder in Folge sonstiger geringer Reize Belege für Reflexkrämpfe unwillkürlicher Muskeln.

b) Krankhafte Verminderung der vom Rückenmarke abhängigen Bewegungsthätigkeit.

Betrachten wir das Rückenmark als den Mittel- und Ausgangspunkt der Bewegungsthätigkeit, die bald vom Gehirne aus durch Bewegungsvorstellungen angeregt wird und dann als willkürliche Bewegung sich äußert, bald im Rückenmarke selbst, sei es durch centrale oder von der Peripherie aus zugeleitete, Erregung entsteht und dann als unwillkürliche Bewegung, als Muskeltonus, Mitbewegung und Reflexbewegnng theils willkürlicher, theils unwillkürlicher Muskeln sich äußert, so begreifen wir leicht, auf wie verschiedene Weise diese vom Rückenmarke abhängige Bewegungsthätigkeit vermindert oder gänzlich vernichtet werden kann, und wie verschieden, je nach dieser verschiedenen Entstehungsweise die dadurch bedingte Muskellähmung sich darstellen muß. Wir verstehen aber unter Muskellähmung, Paralyse, nur jenes Erschwert- oder Aufgehobensein der Muskelbewegung, das auf einer mangelhaften Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit der diese Bewegung bedingenden Nerven und deren Centraltheile beruht. Wenn dem von einer Ohnmacht Befallenen alle Muskeln ihren Dienst versagen, weil bei dem Aufgehobensein des Bewußtseins alle Willensreize für die willkürlichen Bewegungen fehlen und bei dem mangelnden Blutreize im Rückenmarke auch hier die im normalen Zustande stattfindende Nervenerregung ausbleibt, so ist dies, streng genommen, nicht Lähmung, Paralyse, zu nennen. Noch weniger aber gehören zur Lähmung diejenigen Fälle, wo eine Unfähigkeit zur Muskelbewegung dadurch entsteht, daß der Muskel durch mangelhafte oder falsche Ernährung oder aus sonstigen Ursachen die ihm eigenthümliche Contractilität verloren hat, oder wo eine Unfähigkeit zur Bewegung gar nur durch Entartung der Gelenke, durch Ablagerungen zwischen den Muskeln oder Sehnenscheiden u. dgl. bedingt wird. Was die Schwäche oder selbst den gänzlichen Mangel der Muskelbewegung durch mangelnde Contractilität der Muskelfasern betrifft, so ist dieselbe als Atonie der Paralyse gegenüberzusetzen, obwohl der Begriff der Atonie nicht auf die Muskelfaser zu beschränken, sondern im Gegentheile auf alle organische Gewebe auszudehnen ist, die einer Zusammenziehung, sei es durch Muskelcontractilität oder durch bloße Elasticität fähig sind, und mithin ganz allgemein den Mangel dieser normalen Zusammenziehungsfähigkeit bezeichnet. Es ist wichtig, diesen Gegensatz der Atonie und der Paralyse festzuhalten. Atonie beruht auf mangelnder Zusammenziehungsfähigkeit, bezieht sich also auf die Gewebe, durch deren Zusam-

menziehung eine Bewegung entsteht; Paralyse aber beruht auf mangelnder Anreizung der Muskeln und contractilen Gewebe überhaupt durch die dazu bestimmten Nerven, bezieht sich also auf diese Bewegungsnerven und deren Centraltheile. Der Atonie liegt mangelhafte Ernährung, mithin soweit überhaupt die Nerven dabei betheiligt sind, ein Fehler in den Ernährungs- oder Gefäßnerven, der Paralyse dagegen eine Leitungsunfähigkeit der Bewegungsnerven zu Grunde.

Die auf verminderter oder ganz aufgehobener Thätigkeit der Bewegungsnerven beruhenden Muskellähmungen, Paralysen, sind übrigens fast in allen Punkten den durch verminderte oder ganz aufgehobene Thätigkeit der Empfindungsnerven bedingten Anästhesien zu vergleichen. Alles mithin, was die Leitungsfähigkeit motorischer Nerven vermindert oder gänzlich unterbricht, macht in demselben Grade und in derselben Ausdehnung jede Bewegung unmöglich, bewirkt Lähmung der von diesen Nerven beherrschten Muskeln. Was zunächst die Grade und Abstufungen betrifft, so kommen dieselben bei den auf mangelhafter Innervation beruhenden Muskellähmungen in derselben Verschiedenheit vor, wie bei den Anästhesien, von einer geringen, nur lähmungsartigen Schwäche, wobei der Muskel entweder nicht so schnell und willig dem Anstoße des Willens folgt, wie sonst, oder nicht so kräftig sich zusammenzieht, bis zum gänzlichen Unvermögen, den Muskel in Thätigkeit zu versetzen. Die geringeren Grade der Muskellähmung bezeichnet man wohl als Paresis, im Gegensatze zu Paralysis. Es ist jedoch weder nothwendig, daß die Muskellähmung immer mit dem geringeren Grade beginne, da im Gegentheile die vollständigste Lähmung oft ganz plötzlich eintritt, noch auch, daß die geringeren Grade allmälig in die höheren Grade übergehen, denn in dem krankhaften Zustande des Nerven selbst, worauf dessen verminderte Thätigkeit beruht, liegt kein Grund des Fortschreitens und Zunehmens. Mit Ausnahme der selteneren Fälle, wo eine mangelhafte Ernährung des Nerven selbst den Grund abgiebt, hängt hier vielmehr Alles von einer außerhalb des Nerven befindlichen Ursache ab. Daß aber die verschiedenen Grade der Lähmung nicht durch die verschiedene Ausdehnung, durch das Ergriffensein mehr oder weniger zahlreicher einzelner Fasern bedingt wird, sondern daß zur Erklärung dieser Thatsache verschiedene Grade der Leitungsfähigkeit und der Thätigkeit der einzelnen Nervenfasern anzunehmen sind, ergiebt sich aus dem, was bereits früher über dasselbe Verhältniß bei den Anästhesien bemerkt wurde. Auch die so häufig zu beobachtende Erscheinung, daß Anästhesien sowohl, wie Muskellähmungen, wenn sie allmälig entstehen, immer zuerst und am deutlichsten an den äußersten Theilen der Extremitäten, an den Fingern, Händen und Füßen bemerkt werden, und erst allmälig über die dem Rumpfe näher liegenden Theile oder gar über diesen selbst sich verbreiten, beruht nicht auf einem früheren und stärkeren Ergriffenwerden der besonderen Nervenfasern jener äußersten Theile, sondern nur darauf, daß sowohl die Empfindung, wie die Bewegung, an den Enden der Extremitäten durch Uebung soviel höher ausgebildet ist, als an anderen Theilen, und daß daher die beginnende Lähmung, wenn sie auch gleichmäßig über viele Nervenfasern sich verbreitet, doch hier ungleich deutlicher und deßhalb auch früher wahrgenommen wird, als anderswo. — Auch hinsichtlich ihrer Ausdehnung zeigen die Lähmungen die größten Verschiedenheiten und liefern dadurch die entschiedensten Zeugnisse für den isolirten Verlauf und die isolirte Thätigkeit der motorischen Nervenfasern. Bald ist die Lähmung auf ein einzelnes Glied, selbst auf einzelne Muskeln beschränkt, bald über weit größere und zahlreichere Theile des Körpers verbreitet. Die Größe der Ausbrei-

tung hängt ausschließlich von der Zahl der von der Krankheitsursache betroffenen einzelnen motorischen Primitivfasern, mithin von dem Sitze und der Ausdehnung der Ursache ab. Doch werden wir hierauf nach vorheriger Andeutung der ursalchichen Verhältnisse der Lähmungen nochmals zurückkommen müssen, da theils von der Natur, theils von dem Sitze der Lähmungsursache die verschiedenen Formen bestimmt werden, unter denen die Muskellähmungen aufzutreten pflegen.

Die Nervenfasern haben eine zu feine, zu leicht, selbst durch geringfügige Ursachen zu beeinträchtigende Organisation, als daß es zum Zustandekommen der Paralyse einer besonderen Anlage bedürfte. Auf der anderen Seite erhalten sich die Nerven, so lange sie nicht speciell und örtlich von einer Krankheitsursache betroffen werden, bei weitem am längsten und vollkommensten im normalen Zustande, wie ihr Verhalten bei langwierigen Zehrkrankheiten uns lehrt. Es ist deßhalb höchst unwahrscheinlich, daß es einen abnormen Zustand der motorischen Nervenfaser geben sollte, bei dem eine Paralyse leichter zu Stande käme, als sonst, der mithin unmittelbar eine Anlage zur Paralyse begründete. Alles, was man als solche anzuführen pflegt, sind wohl nur mittelbare Anlagen, d. h. Anlagen zu gewissen, besonders häufigen Ursachen der Paralysen, gerade wie sich dies auch bei den Anästhesien verhält. Wenn z. B. im höheren Alter Paralysen ungleich häufiger vorkommen, als in früheren Lebensjahren, so geschieht dies, weil das Alter zur Hirnblutung oder zur Erweichung und sonstigen materiellen Veränderungen des Gehirnes, nicht aber, weil er zur Paralyse eine besondere Anlage giebt, und dasselbe gilt für alle ähnliche Verhältnisse. — Die Gelegenheitsursachen der Paralyse sind ebenfalls ganz dieselben, wie die der Anästhesien, und auch ihre Wirkungsweise ist hier wie dort ganz dieselbe, da der Unterschied zwischen beiden nur darauf beruht, daß in dem einen Falle ein sensibler, in dem anderen ein motorischer Nerv von der Schädlichkeit betroffen und leitungsunfähig gemacht wird. Gelegenheitsursache der Paralyse kann mithin Alles werden, was die Organisation der motorischen Nerven physikalisch oder chemisch, vorübergehend oder dauernd verändert, sofern dadurch die Leitungsfähigkeit dieser Nerven vermindert oder aufgehoben wird. Hierher gehört nun zunächst jeder Druck der Nerven durch Bluterguß, Ausschwitzung, Desorganisationen, Geschwülste; in höherem Grade noch vollständige Zerstörung der Nerven durch Druck, Eiterung, Erweichung. Ferner haben wir zu den Ursachen der Lähmung zu rechnen die mangelhafte Ernährung, das allmälige Schwinden der Nerven in Folge von Ausschweifungen, Säfteverlusten und langwierigen Krankheiten. Die sogenannten dyskrasischen Lähmungen bilden keine besondere, bestimmt abgegrenzte Classe, sondern scheinen auf sehr verschiedene, zum Theile freilich noch lange nicht hinlänglich erforschte Weise, immer aber durch Ursachen zu entstehen, die einer der beiden erwähnten Classen, der mechanisch oder chemisch wirkenden, oder der die Ernährung der Nerven beeinträchtigenden angehören. So beruht wohl die rheumatische Lähmung auf Entzündung und Ausschwitzung in den Nervenscheiden oder der sonstigen Umgebung; ebenso die arthritische und syphilitische auf Knochenaffection, Exostosen u. s. w. Was dagegen die Lähmungen nach Metallvergiftungen, durch Blei, Arsenik u. s. w. bedingt, ob hier eine Zerstörung der Nerven durch chemische Wirkung oder nur ein irgendwie durch ein Krankheitsproduct ausgeübter Druck oder eine irgendwie bedingte Störung in der Ernährung der betreffenden Nerven zu Grunde liegt, muß ferneren Untersuchungen zu entscheiden überlassen bleiben.

Je nach der verschiedenen Natur der Ursachen, und namentlich auch je

nach dem verschiedenen Sitze derselben nehmen nun, wie schon im Vorbeigehen erwähnt wurde, die dadurch bewirkten Muskellähmungen ebenso verschiedene Formen an. Wenn auch das Rückenmark, wozu wir natürlich auch den innerhalb des Schädels liegenden Theil desselben, das verlängerte Mark rechnen, als der eigentliche Ausgangspunkt aller Bewegungsnerven angesehen wird, so ist doch das Gehirn allein das Vorstellungsorgan, und willkürliche, d. h. durch Vorstellungen erregte Bewegungen können nur dann erfolgen, wenn die Nervenverbindungen, durch welche die Vorstellungen auf das Rückenmark und dessen Nerven, in bestimmter Weise deren Thätigkeit erregend, einwirken, sich im normalen Zustande befinden. Wird hingegen diese Nervenverbindung in irgend einer Weise unterbrochen oder nur bedeutend gehemmt, sei es durch den Druck eines im Gehirne entstandenen Blutextravasates oder durch völlige Zerstörung gewisser Hirntheile in Folge von Erweichung, Absceßbildung u. dgl., so werden die motorischen Rückenmarksnerven in größerer oder geringerer Ausdehnung dem Einflusse des Willens entzogen und es erfolgt nothwendig ein entsprechender Verlust der willkürlichen Bewegung. Das Auszeichnende der so entstandenen, vom Gehirne ausgehenden Paralyse besteht zunächst darin, daß die gelähmten Theile zwar dem Willenseinflusse mehr oder weniger, je nach dem Grade der Lähmung, entzogen sind, daß aber die Thätigkeit des Rückenmarkes, so weit sie vom Gehirne unabhängig ist, auch in den gelähmten Theilen in normaler Weise sich zu äußern vermag. Deßhalb sehen wir bei der Gehirnparalyse den normalen Muskeltonus auch in den gelähmten Muskeln fortdauern, und selbst Muskelcontracturen in denselben bewirken. Ebenso können mancherlei Reflexbewegungen in den gelähmten Theilen entstehen und entstehen zum Theil selbst leichter wegen der verminderten Gehirnthätigkeit, und endlich erstreckt sich die Gehirnparalyse nie auf die unwillkürlichen Muskeln, weil deren Bewegungen auch im normalen Zustande nur vom Rückenmarke abhängig sind. — Eine weitere Eigenthümlichkeit der Gehirnparalyse besteht ferner darin, daß sie fast immer als halbseitige Lähmung, Hemiplegie, auftritt, bei der sämmtliche Muskeln einer Körperhälfte gelähmt werden. So selten unserer früheren Bemerkung zufolge, halbseitige Convulsionen sind, so häufig sind dagegen halbseitige Lähmungen, und es kann dies nicht auffallen, wenn man bedenkt, daß auch die Thätigkeit des Gehirnes selbst an isolirte Nervenfasern gebunden ist, und daß bei dem innigen Zusammenwirken der einzelnen Gehirntheile die Thätigkeit des einen wohl die Thätigkeit des anderen Theiles anregen kann, während in der Unthätigkeit einer oder mehrer Fasern keinerlei Grund für eine entsprechende Unthätigkeit anderer Fasern zu finden ist. Die halbseitige Lähmung zeigt sich dabei immer, wegen der Kreuzung der Nervenfasern im verlängerten Marke, auf der dem Sitze der Lähmungsursache entgegengesetzten Seite, vorausgesetzt jedoch, daß die Lähmungsursache, z. B. ein Druck, zunächst nur auf das Gehirn und nicht mittelbar auf das Rückenmark selbst einwirkt.

Trifft dagegen eine in mechanischer Weise Lähmung bewirkende Ursache das Rückenmark selbst an irgend einer Stelle seines Verlaufes, so richtet sich die Ausdehnung der dadurch entstehenden Lähmung immer nach der Höhe der Stelle, an welcher die Ursache ihren Sitz hat, indem alle Theile, deren Bewegungsnerven unterhalb dieser Stelle vom Rückenmarke abgehen, gelähmt, zugleich aber nicht bloß der willkürlichen, sondern auch aller vom Rückenmarke selbst abhängigen unwillkürlichen Bewegung verlustig werden. Wie die Gehirnblutung uns das bestimmteste Bild der Gehirnparalyse liefert, so

zeigt uns z. B. ein Bruch der Rückgrathswirbel mit Druck oder Zerstörung des Rückenmarkes selbst das deutlichste Bild der hier in Rede stehenden Rückenmarkslähmung. Bedeutender Druck oder Zerstörung des obersten Theiles des Rückenmarkes hat augenblicklichen Tod zur Folge, weil dadurch auch die unwillkürlichen, vom Rückenmarke abhängigen und zum Leben unerläßlich nothwendigen Athembewegungen unterbrochen werden. Weiter hinab kann das Rückenmark verletzt werden, ohne andere Folgen zu haben, als vollständige Muskellähmung, die sich aber zugleich auf beide Körperhälften erstreckt. So häufig Hemiplegie bei vom Gehirne aus bewirkter Lähmung ist, so selten kommt halbseitige Rückenmarkslähmung vor, und zwar wohl nur deßhalb, weil jeder Druck, jede Verletzung bei dem eigenthümlichen Baue und der Lage des Rückenmarkes in dem Wirbelcanale zu leicht auf beide Hälften des Rückenmarkes einzuwirken vermag. Die gewöhnliche Form der durch mechanische Ursachen bewirkten Rückenmarkslähmung ist deßhalb die Paraplegie, bei der beide Körperhälften von einer gewissen Höhe des Rückenmarkes an abwärts gelähmt erscheinen. — Daß endlich solche mechanische Ursachen auch auf ganz einzelne Nerven in ihrem peripherischen Verlaufe einwirken und dadurch mehr oder weniger partielle, selbst auf ganz einzelne Muskeln beschränkte Lähmungen bedingen können, wobei jedoch nicht nur die willkürliche, sondern auch alle unwillkürliche vom Rückenmarke selbst abhängige Bewegung der betreffenden Theile in gleicher Weise verloren geht, bedarf hier keiner weiteren Ausführung, da hierfür theils das früher bereits über die Ausdehnung der Lähmung im Allgemeinen, theils das über die ganz ähnlichen Verhältnisse bei den Anästhesien Gesagte seine volle Anwendung findet.

Anders jedoch, als mit den bisher besprochenen, vorzugsweise durch mechanische Einwirkung auf die motorischen Nerven und deren Centraltheile verursachten Formen der Muskellähmung verhält es sich mit den Lähmungen, die einer mangelhaften Ernährung, einem allmäligen Schwinden derselben Nerven und Centraltheile ihr Entstehen verdanken. Daß ein solches Schwinden auch in denjenigen Nervenfasern vorkommen könne, welche die Verbindung des Gehirnes mit dem Rückenmarke vermitteln, welche die Vorstellungsreize auf die motorischen Nerven übertragen, ist zwar a priori anzunehmen, doch dürften wir außer dem allmäligen Entstehen kaum ein anderes Mittel haben, eine so bewirkte Paralyse von sonstigen Gehirnparalysen zu unterscheiden. Vielleicht mögen manche bei Geisteskrankheiten, namentlich Blödsinn vorkommende Lähmungen zu den auf solche Weise entstandenen gehören. Ebenso kommt ein solches Schwinden an einzelnen peripherischen Bewegungsnerven vor und hat Lähmung zur Folge; allein hier ist die Ursache des Schwindens selbst eine örtliche, meist mechanische, und die so entstandene Lähmung unterscheidet sich mithin in Nichts von den bisher erörterten. Eine um so verschiedenere Form zeigt die Lähmung, wenn die sie veranlassende mangelhafte Ernährung der Nerven eine allgemeine, in großer Ausdehnung wirkende und das Rückenmark selbst, diesen eigentlichen Mittelpunkt aller Bewegungsthätigkeit betreffende ist. Das vollständige Bild einer solchen Lähmung zeigen uns die an Tabes dorsualis oder Rückendarre Leidenden, und da gerade diese Form der Lähmung das Unterscheidende der Gehirnlähmung und der reinen Rückenmarkslähmung am deutlichsten darthut, damit aber zugleich auch die Eigenthümlichkeit und den Umfang der vom Rückenmarke selbst ausgehenden Bewegungsthätigkeit entschieden zu erkennen giebt, so müssen wir diese durch Tabes dorsualis bedingte Lähmung etwas ausführlicher schildern. — Eine auszeichnende Eigenthümlichkeit dieser Lähmung ist zunächst, daß sie

nie eine vollständige ist, denn abgesehen von ihrer, durch die Art der Ursache bedingten allmäligen, meist sehr langsamen Entstehung, würde eine vollständige Atrophie des Rückenmarkes und der von ihm ausgehenden Bewegungsnerven ebenso nothwendig den Tod zur Folge haben müssen, als eine plötzliche Trennung des verlängerten Markes, während die vom Gehirne ausgehende Lähmung, so weit sie sich erstreckt, ganz vollständig, allen und jeden Willenseinfluß aufhebend sein und dennoch ohne Gefahr für das Leben lange bestehen kann. Dagegen erstreckt sich die Lähmung bei Tabes dorsualis fast immer über alle Muskeln des Körpers, wenn sie auch meist in den unteren Gliedmaßen beginnt und verschiedene Theile mit verschiedener Stärke befällt, was ebenfalls durch das Eigenthümliche der Ursache sich hinlänglich erklärt. Der Einfluß des Willens auf die willkürlich beweglichen Muskeln ist bei dieser Lähmung nicht aufgehoben, denn auch in den höheren Graden des Uebels können die Glieder noch vielfach nach allen Richtungen hin, und zwar willkürlich bewegt werden. Auch fehlt nicht gerade die Kraft der Bewegungen, wie von Einigen, die das Rückenmark vorzugsweise als die Quelle der Kraft, der Intensität der Muskelbewegungen betrachtet haben, angenommen worden ist: denn diese Intensität der Bewegungen hängt vor Allem von der Stärke des Bewegungsreizes, für die willkürlichen Bewegungen mithin von der Intensität der Thätigkeit ab, die vom Gehirne ausgehend, das Rückenmark erregt, und wo diese Thätigkeit noch normal ist, mag deßhalb auch bei krankhaftem Zustande des Rückenmarkes und dessen Nerven leicht noch eine größere Kraft der Bewegungen entwickelt werden, als wo selbst bei ganz gesundem Rückenmarke die für dieses als Reiz wirkende Gehirnthätigkeit aufgehoben oder nur beträchtlich vermindert ist. Ganz dem entsprechend, lehrt die Erfahrung, daß selbst bei nur theilweiser vom Gehirne ausgehender Lähmung, wo mithin der Willenseinfluß nicht ganz aufgehoben ist, in der Regel auch die Kraft der Bewegungen weit mehr geschwächt ist, als bei selbst weit vorgeschrittener Tabes dorsualis; im ersteren Falle wird das theilweise gelähmte Bein nur mühsam nachgeschleppt, während der an Tabes dorsualis Leidende Kraft genug hat, einem die Hand fest zu drücken und beim Gehen selbst ungewöhnlich fest aufzutreten. — Fehlt es aber bei Tabes dorsualis weder an dem bestimmenden Willenseinflusse, noch vorzugsweise an der Kraft der Bewegung, weil dieses beides vom Gehirne ausgeht, das in diesem Falle nicht mitleidet, so fehlt es dagegen allerdings schon in den geringeren Graden dieser Rückenmarkslähmung an der normalen Schnelligkeit und Elasticität dieser Bewegungen, und es erklärt sich dies hinlänglich aus dem theilweisen Verluste des normalen, vom Rückenmarke abhängigen Muskeltonus, der auch durch die sonst erkennbare Schlaffheit der Muskeln während der Ruhe, die Schlaffheit der Gesichtszüge u. s. w. sich kund thut, — denn wenn der normale Tonus der Muskeln den beabsichtigten Bewegungen nicht mehr unterstützend entgegenkommt, so bedarf es eines größeren Kraftaufwandes von Seiten der motorischen Nerven, um die Muskeln zur hinlänglichen Zusammenziehung zu bestimmen. — Allein die Bewegungen sind bei der hier in Rede stehenden Rückenmarkslähmung nicht nur erschwert, weil der unterstützende Muskeltonus mangelhaft ist, sondern sie sind zweitens auch unvollständig und mangelhaft, weil die normalen, im Rückenmarke entstehenden und zu jeder willkürlichen Bewegung sich gesellenden Mitbewegungen entweder fehlen oder wenigstens nicht so rasch und leicht sich einstellen, wie im gesunden Zustande. Die Kranken bedürfen deßhalb einer weit größeren Aufmerksamkeit auf jede einzelne beabsichtigte Bewegung, selbst wenn

dieselben sich auf Verrichtungen beziehen, die wir im gesunden Zustande fast ohne Bewußtsein mit der größten Leichtigkeit ausüben. Durch diese gespanntere Aufmerksamkeit, durch den erforderlichen stärkeren Willensimpuls entstehen dann nicht selten zu große, zu ausgedehnte und überhaupt falsche und störende Mitbewegungen. Solche Kranke wollen z. B. ein Glas zum Munde führen, fahren aber daran vorbei. Auf diese Weise erklärt sich auch das ganz eigenthümliche Schleudern der Beine beim Gehen, woran man den an Tabes dorsualis Leidenden auf den ersten Blick erkennt. Ebenso erklärt es sich auch, daß solche Kranke, wenn sie sich an einem Anderen führen, auf ebenem Boden oft ohne alle Schwierigkeit und lange gehen können, daß aber das geringste Hinderniß im Wege, eine Schwelle, man möchte sagen ein Strohhalm, der im Wege liegt, sie mit Unruhe erfüllt, ein Stolpern und überhaupt eine Unsicherheit verursacht, die sie zum Fallen bringen kann. — Allein bei der durch Rückenmarksdarre bedingten Lähmung sind alle Bewegungen, besonders beim Gehen, auch noch aus einem dritten Grunde unsicher, weil nämlich die normalen vom Rückenmarke abhängigen Reflexbewegungen größtentheils fehlen, die zur Erhaltung des Gleichgewichtes dienen und dadurch im gesunden Zustande alle Körperbewegungen so wesentlich unterstützen. Daher rührt es, daß solche Kranke noch leidlich gut zu gehen vermögen, so lange sie durch das Gesicht ihre Bewegungen unterstützen können, während sie bei verschlossenen Augen oder im Dunkeln keinen Schritt zu gehen vermögen, ohne sich der Gefahr auszusetzen, das Gleichgewicht zu verlieren und zu fallen. Daß diese Unsicherheit nicht, wie man wohl geglaubt hat, durch Anästhesie der Hautnerven bedingt ist, erhellt daraus, daß solche Anästhesie, durch Gehirnleiden bewirkt, selbst in viel höherem Grade vorhanden sein kann, ohne eine ähnliche Unsicherheit der Bewegungen, eine ähnliche Unfähigkeit, das Gleichgewicht des Körpers zu erhalten, nach sich zu ziehen. — Zu diesen Störungen der Bewegungen willkürlicher Muskeln, soweit dieselben vom Rückenmarke abhängen, gesellen sich nun bei der Rückenmarkslähmung noch die gleichen Lähmungserscheinungen in manchen unwillkürlichen Muskeln, und es bedingt dies eine weitere wesentliche Verschiedenheit zwischen der vom Rückenmarke und der vom Gehirne ausgehenden Lähmung. Namentlich ist es die Harnblase, deren Schwächung sich dadurch zu erkennen giebt, daß es zu ihrer Entleerung einer ungewöhnlich kräftigen Mitwirkung der willkürlichen Bauchmuskeln bedarf. In höheren Graden erst tritt auch Lähmung der Schließmuskeln ein und es erfolgt Unmöglichkeit, den Harn zu halten u. s. w.

Die Verschiedenheit der Natur und des Sitzes der die Paralyse bewirkenden Ursache bedingt aber nicht nur die verschiedenen bisher betrachteten Formen der Muskellähmung, verschieden hinsichtlich ihres Grades und ihrer Ausdehnung über größere oder kleinere Theile des Körpers und über die verschiedenen Arten der Bewegungsthätigkeit überhaupt, sondern sie bedingt in gleicher Weise auch die V e r b i n d u n g e n, welche die Muskellähmung mit anderen Störungen der Nerventhätigkeit häufig eingeht. Solche mit der Muskellähmung zugleich vorkommende anderweitige Störungen der Nerventhätigkeit sind nämlich nicht als Folgen und Wirkungen derselben, sondern nur als gleichzeitige Wirkungen einer gemeinsamen Ursache anzusehen und ihre Arten und Grade können deßhalb auch nur von der Art und dem Sitze dieser Ursache abhängen. Hat z. B. die Ursache der Lähmung, ein Bluterguß oder eine Desorganisation ihren Sitz im Gehirne, so sehen wir zugleich mit der Muskellähmung auch Störungen der eigenthümlichen Gehirnthätigkeit

eintreten, und zwar kommt hier nicht bloß vorübergehende oder dauernde Bewußtlosigkeit vor, sondern je nach dem besonderen Sitze der Ursache und deren weiteren Folgen verbinden sich nicht selten auch die mannichfachsten Störungen der sogenannten Seelenthätigkeiten, von dem mehr oder weniger vollständigen Verluste des Gedächtnisses an bis zum ausgebildetsten Blödsinne mit den aus solcher centralen Ursache entspringenden Paralysen. Ebenso verbindet sich eine solche Gehirnparalyse in vielen Fällen mit entsprechender Anästhesie der gelähmten Körpertheile, während in anderen Fällen die normale Empfindung nicht vermindert erscheint, und aller Analogie zufolge dürfen wir nicht zweifeln, daß auch diese Verschiedenheit nur durch den verschiedenen Sitz der Lähmungsursache bedingt wird, wenn es auch durch die bisherigen Untersuchungen noch nicht gelungen ist, die besonderen Stellen des Gehirnes zu ermitteln, deren Verletzung entweder nur Paralyse oder nur Anästhesie oder endlich beides zusammen bewirkt. — Wirkt dagegen eine mechanische Lähmungsursache nur auf das Rückenmark, so wird die Gehirnthätigkeit dadurch in keiner Weise beeinträchtigt, es tritt keine Bewußtlosigkeit ein, aber mit der Muskellähmung, die sich, wie wir gesehen haben, in diesen Fällen sowohl auf die willkürliche Bewegung, wie auf die vom Rückenmarke allein abhängige unwillkürliche Bewegung erstreckt, verbindet sich, wenn die Ursache nur stark genug einwirkt und das ganze Rückenmark betrifft, immer auch vollständige Empfindungslosigkeit der gelähmten Glieder, weil hier die durch das Rückenmark aufsteigenden sensiblen Gehirnnerven mit verletzt werden. Aus demselben Grunde können in diesem Falle in Folge von centraler Reizung derselben sensiblen Fasern auch mannichfache Schmerzen entstehen, die sich dann mit der Paralyse und Anästhesie verbinden. — Wirkt endlich dieselbe mechanische Lähmungsursache, z. B. eine Krankheit der Rückgrathswirbel nicht bloß auf das Rückenmark, sondern auch auf die von demselben ausgehenden Nerven, und zwar an solchen Stellen derselben, wo sich bereits Ganglienfasern aus den Verbindungssträngen des Sympathicus ihnen beigemischt haben, oder wird ein solcher gemischter Nerv in seinem weiteren peripherischen Verlaufe in irgend einer Weise, durch Druck oder gänzliche Zerstörung leitungsunfähig gemacht, so gesellt sich zur Paralyse und Anästhesie auch noch eine entsprechende Störung der Ernährung, und das gelähmte und empfindungslose Glied magert ab, wird atrophisch, oder es entsteht Blutstockung in ihm, die wieder verschiedene Folgen haben kann. Die Atrophie des Rückenmarkes, als Ursache der früher geschilderten eigenthümlichen Lähmung, ist ihrer Natur nach auf das Rückenmark selbst und die von demselben ausgehenden Nerven beschränkt. Die dadurch bewirkte Lähmung bleibt deßhalb in den meisten Fällen auch lange ohne alle Verbindung mit sonstigen Störungen der Nerventhätigkeit. Ob schon in den früheren Stadien der Tabes dorsualis eine der Lähmung entsprechende Verminderung der normalen Empfindung vorhanden ist, ist noch nicht durch hinlänglich genaue Beobachtungen festgestellt. Wäre es der Fall, so dürfte freilich daraus zu schließen sein, daß das Rückenmark, wie für die willkürliche Bewegung, so auch für die zum Bewußtsein gelangende Empfindung eine thätige Mitwirkung als Centraltheil ausübt und nicht bloß passive Nervenbahn für sensible Hirnnervenfasern sei. In den späteren Stadien der Tabes dorsualis dagegen ist nicht nur eine gewisse Empfindungslosigkeit vorhanden, sondern es treten hier auch ganz eigenthümliche, mitunter sehr heftige, bald hier bald dort blitzähnlich aufschießende Schmerzen ein; aber gerade der letztere Umstand dürfte es wahrscheinlich machen, daß diese Schmerzen, und somit auch wohl die

Empfindungslosigkeit nur secundäre Folgen der Atrophie, d. h. durch Ursachen bedingt sind, die, vielleicht in Gefäßerweiterung, Hyperämie u. s. w. bestehend, selbst nur Wirkungen oder gar nur Begleiter der mangelhaften Ernährung sind, und mithin in noch viel fernerer Verwandtschaft zu der Lähmung stehen, als die bisher erwähnten mit den Lähmungen gleichzeitig vorkommenden Anästhesien und Schmerzen. Die bei Tabes dorsualis vorkommende Abmagerung ist nie so bedeutend, daß man daraus auf ein unmittelbares Ergriffensein der der Ernährung zunächst vorstehenden Ganglienfasern zu schließen berechtigt wäre, und soweit sie stattfindet, erklärt sie sich hinreichend als entfernte Folge mangelnder Bewegung und mangelhafter Assimilation, kurz als Aeußerung eines Allgemeinleidens, wie es nothwendig durch eine Schwächung aller vom Rückenmarke ausgehenden Bewegungsthätigkeit entstehen muß, und in dieser Beziehung liefert gerade auch die Tabes dorsualis die kräftigsten Beweise für das Vorhandensein und die relative Unabhängigkeit eines besonderen Ganglienervensystemes.

III. Krankhafte Nerventhätigkeit im Bereiche der Ganglienspäre.

Als einen der wichtigsten und folgenreichsten Fortschritte, deren die Physiologie neuester Zeit sich zu erfreuen gehabt hat, müssen wir es ansehen, daß man die relative Selbstständigkeit und Unabhängigkeit des Ganglienervensystemes wiedererkannt und durch zahlreiche, theils anatomische, theils physiologische und pathologische Beweise fest zu begründen sich bemüht hat; und besonders wichtig und folgenreich ist diese Erkenntniß eines selbstständigen Ganglienervensystemes, im Gegensatze zu dem Cerebrospinalnervensysteme, namentlich auch für die Pathologie, für das richtige Verständniß zahlreicher krankhafter Lebenserscheinungen. Mit der Annahme eines solchen selbstständigen Ganglienervensystemes soll jedoch keineswegs gesagt sein, daß die diesem Systeme angehörigen Nervenfasern, die vorzugsweise den Vorgängen der Ernährung, des sogenannten vegetativen Lebens vorstehen, in einer eigenthümlichen und von der der übrigen Nerven ganz verschiedenen Weise thätig seien. Im Gegentheile ist gar kein Grund vorhanden, anzunehmen, die Herznerven, die sympathischen Bewegungsnerven des Magens und Darmcanales und die Gefäßnerven wirkten auf die Muskeln des Herzens und des Darmcanales, sowie auf die muskelähnlichen Fasern der Gefäße in anderer Weise, als die vom Rückenmarke zu willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln gehenden Bewegungsnerven. Selbst die chemische Wirkung, welche die Ganglienervenfasern im Bereiche der Haargefäße höchst wahrscheinlich ausüben, macht eine solche Annahme einer eigenthümlichen, diesen Nervenfasern zukommenden Thätigkeitsweise nicht nöthig. Wenn das Ergebniß der Thätigkeit der sympathischen Nervenfasern ein anderes ist, als das der Cerebrospinalnerven, wenn wir im Bereiche der Ganglienspäre die Bewegung in anderer Weise auftreten sehen, z. B. streng rhythmisch, wie bei der Bewegung des Herzens, oder wurmförmig, wie bei der Bewegung des Darmcanales, oder wenn wir außer der mechanischen Bewegung als Thätigkeitsäußerung der centrifugalen Nerven hier auch chemische Molecularbewegung, Veränderung der organischen Mischung erscheinen sehen, so erklärt sich dies

hinreichend einmal aus der theils dem Orte, theils der Art nach verschiedenen Weise, von welchem aus und in welcher die Gangliennerven zur Thätigkeit angeregt werden, und dann aus den verschiedenen festen und flüssigen Gebilden, an welchen dieselben ihre Thätigkeit zu äußern haben. — Was das erstere betrifft, so ist freilich unsere Kenntniß noch sehr mangelhaft. Es ist nicht zu bezweifeln, daß die Bewegung des Herzens auch von den Mittelpunkten des Cerebrospinalsystemes aus verändert werden, daß mithin die Thätigkeit der Herznerven von dort aus erregt werden kann; aber ebenso gewiß ist es, daß die normale Thätigkeit des Herzens unabhängig vom Gehirne und Rückenmarke ist, — ein Froschherz setzt selbst ausgeschnitten seine rhythmische Bewegung fort, — und daß im normalen Zustande und bei den höheren Säugethieren und dem Menschen wenigstens, das Blut der unerläßliche Erregungsreiz für die Thätigkeit der Herznerven ist. Ebenso scheint es sich mit den Nerven der Haargefäße zu verhalten. Obwohl auch hier eine gewisse stetige Thätigkeit der Nerven, durch welche, ähnlich dem Tonus aller Muskeln, der Tonus der Gefäße unterhalten wird, ohne Zweifel von den Centraltheilen des sympathischen Nervensystemes, von den einzeln Ganglien, aus denen die betreffenden Nervenfasern entspringen, ausgeht, und obwohl es auch hier nicht an Erscheinungen fehlt, die darauf hindeuten, daß die Thätigkeit der Haargefäßnerven von diesen Centraltheilen, und selbst vom Gehirne und Rückenmarke aus verändert, mithin überhaupt erregt werden kann, so ist der normale Reiz für dieselben doch wohl nur ein peripherischer, die Enden der Nerven selbst treffender, nämlich das Blut, und so dürften auch die meisten krankhaften Veränderungen in der Thätigkeit der Haargefäßnerven nur von peripherischen Reizen und insbesondere von Veränderungen des Blutes selbst ausgehen. Auch die Bewegung des Darmcanales scheint nur durch örtliche Reize erregt zu werden, und gerade das eigenthümliche wurmförmige Fortschreiten der Muskelthätigkeit dürfte hier darauf beruhen, daß die örtlich erregte Bewegung selbst ein ähnlicher Reiz für die benachbarten Bewegungsnerven wird. — Die Erregungsweise der Gangliennerventhätigkeit scheint mithin in dieser Beziehung der Erregungsweise der Cerebrospinalnerventhätigkeit gerade entgegengesetzt zu sein. Letztere geht, wenn peripherisch erregt, nur nach den Centraltheilen hin, wie bei allen centripetalen Fasern, oder sie geht, wie bei den centrifugalen, immer von den Centraltheilen aus und wird in den normalen und in den meisten abnormen Zuständen nur in den Centraltheilen erregt. Erstere dagegen wird in den normalen und in den meisten abnormen Zuständen nur durch peripherische Reize erregt, obwohl sie auch nur centrifugale Thätigkeit zu sein scheint; denn mit Ausnahme weniger hier nicht näher zu erörternder Erscheinungen nöthigt uns nichts zur Annahme einer Reflexthätigkeit und besonderer excitorischer, centripetaler Fasern im Bereiche des Gangliensystemes. —

Die zweite Bedingung für die scheinbare Eigenthümlichkeit der Gangliennerventhätigkeit bildet die Verschiedenheit der festen und flüssigen Gebilde, an denen die Gangliennerven ihre Thätigkeit zu äußern haben. Es sind dies nämlich theils Muskeln, die in Allem den Muskeln gleich sind, die durch Cerebrospinalnerven bewegt werden, wie die des Herzens, theils Muskeln mit ungestreiften Fasern, wie die des Magens und Darmcanales, theils mehr oder weniger muskelähnliche, der Zusammenziehung fähige Gebilde, wie die Ausführungsgänge mancher Drüsen und vor Allem das gesammte Gefäßsystem. Die Bewegung, welche die Gangliennerven in allen diesen

Theilen hervorrufen, bietet auch an sich nichts Eigenthümliches dar, aber sie erhält es scheinbar dadurch, daß sie namentlich im Gefäßsysteme dauernde und bleibende Wirkungen zur Folge hat, die nicht nur wieder mannichfache andere Thätigkeiten erregen, sondern die auch selbst so in die Augen fallend sind, daß man nicht selten darüber ihre Ursache, nämlich die Gefäßbewegung, und noch mehr deren Bedingung, die Thätigkeit der Gangliennerven aus den Augen verloren und ganz unberücksichtigt gelassen hat. Noch mehr gilt dies freilich von der unmittelbaren chemischen Wirkung, welche die Gangliennerven aller Wahrscheinlichkeit zufolge im Bereiche der Haargefäße auf die flüssigen Theile des Körpers, namentlich das Blut und die aus demselben in's Parenchym der Organe austretende Flüssigkeit ausüben, und auf die man erst in letzter Zeit näher ist aufmerksam geworden. Ist es schon außerordentlich schwer, die Bewegung der feinsten, nur durch das Mikroskop unseren Sinnen zugänglichen festen Gebilde, wie der Haargefäße, unmittelbar zu beobachten, und den Einfluß der Nerven darauf thatsächlich zu ermitteln; sind wir vielmehr auch hier schon großentheils auf bloße Schlußfolgerungen aus Analogie und Induction angewiesen, die immer nur eine mehr oder weniger große Wahrscheinlichkeit zu begründen vermögen; so wird die erwähnte chemische Wirkung der Gangliennerven wohl immer der unmittelbaren Beobachtung und thatsächlichen Begründung unzugänglich bleiben; aber auch zu ihrer Annahme werden wir durch bündige Schlußfolgerungen aus zahlreichen sonst nicht zu erklärenden Thatsachen fast mit Nothwendigkeit hingeführt, wie wir zu solcher Annahme durch manche Analogien vollkommen berechtigt sind.

So viel dürfte auch aus vorstehenden kurzen Bemerkungen, auf die wir uns hier beschränken müssen, hervorgehen, daß sich die Nervenwirksamkeit durchaus auf alle Lebensthätigkeiten des Organismus erstreckt, daß es keine Lebensthätigkeit giebt, an der nicht Nerven der einen oder der anderen Sphäre in geringerem oder höherem Grade betheiligt wären. Ueberall ist die Nerventhätigkeit die eine wesentliche und bleibende Bedingung aller und jeder Lebensäußerung gegenüber der Thätigkeit der mannichfachen sonstigen Similartheile des Körpers. Es kann deßhalb auch kein Grund vorhanden sein, warum wir nicht die Lebensthätigkeiten der sogenannten vegetativen Sphäre in gleicher Weise, wie alle andere, als Nerventhätigkeiten, und mithin auch die krankhaften Störungen jener Lebensthätigkeiten als Störungen der Nerventhätigkeit auffassen sollten, und um so mehr, da wir nur so der nächsten Ursache, dem Wesen derselben näher auf die Spur zu kommen erwarten dürfen.—Die Thätigkeit der Gangliennerven kann aber eben, weil sie an sich dieselbe ist, wie alle übrige Nerventhätigkeit, — auch nur nach zwei Richtungen von der Norm abweichen: sie kann krankhaft gesteigert, oder wenigstens abnorm erregt, und sie kann vermindert oder ganz aufgehoben werden: in möglichster Kürze wollen wir die durch diese zweifache Abweichung von der Norm bewirkten krankhaften Vorgänge und Zustände nur andeuten, da dieselben, wenn auch von anderen Gesichtspunkten aus, zum Theile schon ausführlicher an anderen Stellen dieses Wörterbuches abgehandelt worden sind.

a. Steigerung oder krankhafte Erregung der Gangliennerventhätigkeit.

Es ist noch lange nicht thatsächlich ermittelt, welches alle die Gebilde sind, die vom Gangliensysteme aus mit Nervenfasern versehen werden; doch

wissen wir, daß alle wirklich damit versehenen Gebilde Muskeln oder muskelähnliche, kurz der Zusammenziehung fähige Gebilde sind, und wir brauchen nicht zu fürchten, uns eines Irrthumes schuldig zu machen, wenn wir die Gangliennerventhätigkeit zunächst und vorzugsweise als Bewegungsthätigkeit auffassen. Eine jede Steigerung oder krankhafte Erregung dieser Ganglienнerventhätigkeit wird sich deßhalb als vermehrte oder krankhaft veränderte Bewegung, als Krampf, äußern müssen. Die so entstandenen Krämpfe sind, soweit nämlich nur die Nerven dabei betheiligt sind, vollkommen den Krämpfen und Convulsionen zu vergleichen, die durch eine zu starke oder sonst abnorme Erregung der motorischen Cerebrospinalnerven hervorgerufen werden, — eben weil die motorische Nerventhätigkeit, hier wie dort, dieselbe ist: aber in ihrer Aeußerungsweise zeigen sie sich in demselben Grade verschieden von den Cerebrospinalkrämpfen, und in demselben Grade auch unter sich mannichfach verschieden, wie die Muskeln und muskelähnlichen Gebilde des vegetativen Lebens sowohl von denen des animalen Lebens, wie unter sich verschieden sind, und als die normale und abnorme Erregungsweise der dieselben beherrschenden Nerven hier und dort eine ganz verschiedene ist. — So ist die normale Bewegung des Darmcanales, — wie sämmtlicher Ausführungsgänge der verschiedenen Drüsen, der Leber, des Pankreas, der Nieren u. s. w., — eine wurmförmige, peristaltische, und eine Steigerung oder krankhafte Erregung dieser Thätigkeit wird sich nur als vermehrte peristaltische Bewegung, wie bei jedem Durchfalle, oder auch als antiperistaltische Bewegung, die in höheren Graden zu Kothbrechen führt, äußern können. So ist die Bewegung des Herzens eine streng rhythmische, in abwechselnder Zusammenziehung der beiden Vorhöfe und der beiden Kammern des Herzens bestehend, durch welche das Blut durch die verschiedenen Abtheilungen des Herzens und durch das gesammte Gefäßsystem hindurchgetrieben wird: und eine Steigerung oder krankhafte Erregung dieser Bewegungsthätigkeit des Herzens kann nur entweder als Herzklopfen, als ungewöhnliche Verstärkung des normalen Herzschlages, oder als unrhythmischer, unregelmäßiger Herz- und Pulsschlag sich äußern. Weit beschränkter noch ist die von den Nerven abhängige Bewegung des Gefäßsystemes, der größeren und kleineren Stämme und Aeste desselben, wie der die Arterien und Venen mit einander verbindenden Haargefäße. Es scheint hier fast nur ein gewisser Tonus, eine gewisse Spannung der Gefäße durch die Nerventhätigkeit unterhalten zu werden, und eine Steigerung, eine Verstärkung dieser Spannung läßt sich in den größeren Arterien wohl noch durch die verschiedene Beschaffenheit des Pulses erkennen, in den kleineren Gefäßen dagegen, und namentlich in den Haargefäßen entzieht sich dieser krankhafte Zustand selbst jeder unmittelbaren Beobachtung, wird aber um so wichtiger durch seine Folgen und Wirkungen, die sich als Veränderungen der Blutbewegung und der dadurch vermittelten gesammten Ernährung zu erkennen geben.

Verschiedene Formen von Krämpfen, wie wir sie im Bereiche der Cerebrospinalsphäre auftreten sehen, je nachdem dieselben nämlich vom Gehirne oder von der Peripherie oder vom Rückenmarke selbst aus erregt worden und je nachdem sie durch die Anwesenheit eines abnormen Bewegungsreizes oder durch eine abnorme Beschaffenheit der Centraltheile bei normalen Bewegungsreizen bedingt waren, kommen im Bereiche der Ganglienſphäre nicht vor, da alle Verhältnisse hier ungleich einfacher sind und die normalen wie die abnormen Bewegungen hier mit sehr wenigen Ausnahmen nur durch peripherische und örtlich wirkende Reize angeregt werden. Doch können je

nach der Stärke und sonstigen Beschaffenheit auch solcher örtlich wirkender Ursachen bald wechselnde krampfhafte Bewegungen, gleichsam klonische Krämpfe, bald anhaltende tonische Zusammenziehungen hervorgerufen werden. Im Herzen, das gleichsam aus vielen, in bestimmten Beziehungen zu einander stehenden Muskeln zusammengesetzt ist, kommen noch am häufigsten solche den klonischen Krämpfen zu vergleichende krampfhafte Bewegungen vor. Die dem Darmcanale eigenthümliche peristaltische Bewegung besteht an sich aus einem steten Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung neben einander liegender Muskelpartien, aber diese Bewegung folgt überhaupt auf die sie anregenden Reize nicht rasch genug und die ganze Anordnung der Muskeln gegen einander, selbst die der Längs- und Kreisfasern ist nicht der Art, daß hier etwas den klonischen Krämpfen Aehnliches vorkommen sollte, wie wir solche in den der Cerebrospinalsphäre angehörigen Muskeln durch den Gegensatz der Streck- und Beugemuskeln, und selbst in dem Herzen durch den Gegensatz der Muskeln der Vorhöfe und der Kammern zu Stande kommen sehen. Wohl aber scheinen in dem Darmcanale, wie in allen ähnlich gebauten und mit Muskelfasern versehenen Schläuchen, neben der Steigerung der peristaltischen Bewegung und neben der Umkehrung derselben in die antiperistaltische, anhaltende tonische Krämpfe, lang und gleichmäßig dauernde örtliche Zusammenziehungen der Kreisfasern und dadurch bewirkte krampfhafte Einschnürungen vorzukommen. In dem Gefäßsysteme endlich, und namentlich in den Haargefäßen kann die krankhaft gesteigerte Thätigkeit der vasomotorischen Nerven sich nur durch eine mehr oder weniger ausgedehnte Zusammenziehung und dadurch bewirkte Verengung des Lumens der Gefäße äußern und selbst diese Verengung wird unter sonst geeigneten Umständen häufig genug von dem jetzt um so mächtiger andringenden Blutstrome überwunden und es tritt dann selbst eine ungewöhnliche Erweiterung derselben Haargefäße an die Stelle der früheren Verengung.

Hinsichtlich ihrer Stärke wie ihrer Ausdehnung zeigen die krampfhaften Bewegungen im Bereiche der Ganglienssphäre zwar auch, wie die der Cerebrospinalsphäre, mannichfache Verschiedenheiten, doch ist, was zunächst die verschiedene Stärke betrifft, deren Maß hier in dem Grade ein geringeres, als die Muskeln und muskelähnlichen Gebilde des vegetativen Lebens im Allgemeinen eine geringere Zusammenziehungskraft, eine geringere Irritabilitätsstärke besitzen. Der Uterus jedoch ist bekanntlich schon im normalen Zustande sehr kräftiger Zusammenziehungen fähig, und bei krankhaft gesteigerter Thätigkeit kann er sogar durch unregelmäßige Zusammenziehungen zerreißen. Ebenso vermag das Herz, besonders wenn dessen Muskelwände durch lange Zeit gesteigerte Thätigkeit ungewöhnlich entwickelt sind, mit außerordentlicher Kraft zu schlagen. Dagegen sind die Muskelfasern des Darmcanales und vollends die des Gefäßsystemes wohl immer nur einer verhältnißmäßig sehr geringen Kraftäußerung fähig. Immer aber ist es hier, wie bei allen Krämpfen, neben der verschiedenen Irritabilitätsstärke der betreffenden Muskeln, als dem einen Factor, auch die Größe des abnormen Bewegungsreizes und der dadurch hervorgerufenen gesteigerten Nerventhätigkeit, von der, als dem anderen Factor, der Stärkegrad der vorhandenen krampfhaften Bewegung bestimmt wird. — Die Ausdehnung der hier in Rede stehenden Krämpfe ist meist eine sehr beschränkte, und es kommen vorzugsweise nur örtliche krampfhafte Bewegungen im Bereiche der Ganglienssphäre vor, weil es einestheils das Eigenthümliche des Gangliensystemes ist, daß es aus sehr zahlreichen Nervenmittelpunkten besteht, die eine weit

größere Unabhängigkeit von einander besitzen, als dies mit den einzelnen Theilen des Gehirnes und Rückenmarkes der Fall ist, so daß also selbst solche krampfhafte Bewegungen, die von Centralpunkten aus angeregt werden, verhältnißmäßig örtlich beschränkte sein können, und weil anderentheils, wie schon erwähnt wurde, die normalen und so auch die abnormen Reize für die Bewegungsthätigkeit der Ganglienнerven in bei weitem den meisten Fällen nicht auf die Centraltheile und von diesen aus, sondern ganz örtlich auf die peripherischen Ausbreitungen der Nerven selbst wirken. Während deßhalb im Cerebrospinalsysteme eine an Ausdehnung geringe Ursache weit verbreitete Convulsionen bewirken kann, und dieselben in dem Grade bewirken wird, als sie entweder den Mittelpunkten der Bewegungsthätigkeit selbst näher oder doch durch Reflex auf und durch dieselben zu wirken geeignet ist, hängt die größere oder geringere Ausdehnung der krampfhaften Bewegungen im Bereiche des Gangliensystemes nur von der Größe und Ausdehnung der diese Bewegungen hervorrufenden Ursache ab, und die Krämpfe sind immer örtlich, wenn die Ursache nicht selbst eine allgemeine Verbreitung hat. Selbst vom Gehirne aus wirkende Gemüthsbewegungen verursachen nicht selten nur ganz örtliche Congestionen. Was Herzklopfen erregt, bewirkt damit nicht zugleich Steigerung der peristaltischen Bewegung und umgekehrt. Der Entzündungsproceß, eine Wirkung der höchsten Steigerung der Gefäßnerventhätigkeit, ist immer ein örtlich beschränkter, weil nur eine örtlich wirkende Ursache den nöthigen Grad der krankhaften Erregung hervorzubringen im Stande ist. Wirkt aber das Blut als krankhafter Reiz auf die Gefäßnerven, so muß sich die dadurch bedingte Steigerung der Nerventhätigkeit überall hin verbreiten, so weit der krankhafte Reiz sich erstreckt, mithin über das gesammte Gefäßsystem; aber die Bewegungsnerven des Darmcanales werden davon unberührt bleiben. Es ist von der höchsten Wichtigkeit, diese Verschiedenheit des Verhaltens der Ganglienнerven von dem der motorischen Cerebrospinalnerven, daß nämlich erstere im normalen wie im abnormen Zustande fast nur durch peripherische Reize, und zwar unmittelbar, ohne allen durch Centralpunkte vermittelten Reflex, die letzteren dagegen im normalen Zustande immer und meistens auch bei krankhaften Zuständen, sei es von den Centralpunkten aus oder doch durch deren Vermittelung zur Thätigkeit angeregt werden, fest im Auge zu behalten, da sonst selbst in die einfachsten Vorgänge eine fast unlösbare Verwirrung gebracht wird. Besonders aber sind die Ursachen der in der Gangliensphäre vorkommenden krampfhaften Bewegungen mit ihren mannichfachen Folgen und Wirkungen nur bei stetem Festhalten dieser wesentlichen Eigenthümlichkeit der Ganglienнerventhätigkeit richtig aufzufassen und zu beurtheilen.

Da die Nerventhätigkeit überall eine und dieselbe zu sein scheint, so werden im Allgemeinen auch dieselben Ursachen, die auf sensible und motorische Cerebrospinalnerven einwirkend, Schmerzen und Convulsionen erregen, wenn sie auf die centrifugalen Ganglienнerven wirken, die hier in Rede stehenden krampfhaften Bewegungen hervorrufen. Hiernach kann Alles, was in ungewohnter Weise, sei es physikalisch oder chemisch, die Ganglienнerven selbst oder in selteneren Fällen auch deren einzelne Centralpunkte trifft, Anlaß zu krampfhaften Bewegungen im Bereiche der Gangliensphäre geben. Mit dieser ganz allgemeinen Kenntniß ist uns jedoch nur wenig geholfen, und leider müssen wir gestehen, daß, wenn es sich darum handelt, in dem einzelnen Falle die besonderen Ursachen und deren Wirkungsweise anzugeben, wir hier ebenso häufig auf bloße Vermuthungen angewiesen sind oder selbst

ganz uns im Dunkeln befinden, wie dies in derselben Beziehung bei den anderen Störungen der Nerventhätigkeit, z. B. bei Neuralgien und Epilepsien so häufig der Fall ist. Krankhafte Steigerung der Herzthätigkeit, ungewöhnliches Herzklopfen, kann vom Gehirne aus, durch unmittelbare Einwirkung cerebrospinaler Nervenfasern auf die Nervengeflechte des Herzens hervorgerufen werden, wie wir so häufig in Folge verschiedener Gemüthsbewegungen beobachten; doch entsteht in solcher Weise wohl immer nur ein ganz vorübergehendes Herzklopfen, das kaum in die Reihe krankhafter Thätigkeit zu bringen ist. Abgesehen von diesen Fällen, hat das Herzklopfen wohl immer seinen Grund entweder in einer primären Affection der Herznerven selbst oder in einer quantitativ oder qualitativ abnormen Beschaffenheit des Blutes, das auch der normale Thätigkeitsreiz für die Herznerven ist. Ungewöhnliche Entwicklung der Herzmuskeln, Verdickung, Hypertrophie des Herzens, besonders der linken Hälfte desselben, ist nicht sowohl Ursache, als vielmehr nothwendige Folge einer länger dauernden krankhaften Steigerung der Herzthätigkeit, — obwohl nicht zu leugnen ist, daß bei solcher Hypertrophie dieselbe Steigerung der Nerventhätigkeit sich mit einem höheren Stärkegrade wird äußern können und müssen, als ohne solche der Fall sein würde. Die Ursache solcher Hypertrophien des Herzens und des damit verbundenen Herzklopfens ist mithin zunächst in veränderter Thätigkeit der Nerven, und zwar der Bewegungsnerven des Herzens zu suchen; wodurch dieselbe aber bedingt wird, wissen wir hier, mit etwaiger Ausnahme der Fälle, wo z. B. eine Entzündung des Herzens die Ursache der gesteigerten Thätigkeit der Herznerven, und somit des Herzklopfens abgiebt, häufig noch ebenso wenig, wie bei so vielen Neuralgien und Epilepsien. — Das Blut bewirkt zunächst nur durch seine quantitativen Verhältnisse die unter der Form des Herzklopfens auftretende Steigerung der Herzthätigkeit. Eine jede ungewöhnlich starke Anfüllung des Herzens mit Blut, mag dieselbe durch allgemeinen Blutreichthum, Plethora, oder was ungleich häufiger der Fall ist, durch ungleiche Vertheilung des Blutes, namentlich durch Ueberfüllung der Lungen in Folge gehinderten Athmens u. s. w. bedingt sein, wirkt als ungewohnter Reiz auf das Herz und regt dasselbe zu verstärkter Thätigkeit an. In der Chlorose scheint eine gesteigerte Erregbarkeit der Herznerven, wie des gesammten Nervensystemes, vielleicht auch eine seröse Polyämie die Ursache zu sein, daß jede Körperbewegung so leicht heftiges Herzklopfen erregt, und wäre das letztere, die seröse Polyämie nämlich, die Ursache, so würde dies um so mehr beweisen, daß das Blut überhaupt nur durch seine übergroße Menge, nicht aber durch eine besonders reizende Qualität das Herzklopfen bewirkt. Eine abnorme Qualität des Blutes kann schon um deßwillen nicht als Ursache der isolirten Steigerung der Herzthätigkeit, des Herzklopfens, geltend gemacht werden, weil ihre Wirkung sich nothwendig über das ganze Gefäßsystem ausbreiten müßte. Giebt es mithin, wie nicht zu bezweifeln ist, krankhafte Mischungsveränderungen des Blutes, in Folge deren dasselbe als ungewöhnlicher Reiz auf die Nerven einzuwirken vermag, so wird dadurch allerdings auch das Herz zu vermehrter und verstärkter Thätigkeit erregt werden, aber dasselbe wird auch mit den übrigen Theilen des Gefäßsystemes, insbesondere mit den Haargefäßen geschehen, und es treten dann die Erscheinungen des Fiebers ein, von denen später noch die Rede sein wird. —

Auch die Unregelmäßigkeit der Herzthätigkeit, in Folge deren Herz- und Pulsschlag sich in mannichfach verschiedener Weise aussetzend, unrhythmisch und ungleich zeigen, hängt, wie die bloße Steigerung der Herzthätigkeit,

theils unmittelbar von einem abnormen Erregtwerden der Herznerven, theils von einer abnormen Einwirkung des Blutes auf dieselben, ab. So kann von den anderen Nervensphären, vom Gehirne, und namentlich vom Rückenmarke aus die rhythmische Bewegung des Herzens gestört werden, wie wir zuweilen bei Spinalirritation sehen. In anderen Fällen kann aber auch eine unserer Beobachtung sich freilich ganz entziehende Ursache auf die Nervengeflechte des Herzens selbst wirken und vorübergehende oder auch dauernde Unregelmäßigkeit der Herzbewegung bewirken. Vielleicht gehören hierher auch die Fälle von Cardiospasmus, wobei plötzlich die Herzthätigkeit im höchsten Grade gestört wird, so daß man nur ein höchst unregelmäßiges zitterndes Bewegen des Herzens wahrzunehmen vermag. In den bei weitem meisten Fällen jedoch wird auch die Unregelmäßigkeit des Herzschlages nur durch eine abnorme Einwirkung des Blutes auf das Herz, und zwar durch die wechselnde und ungleiche Größe der das Herz durchströmenden Blutwelle bewirkt. Daher finden wir einen aussetzenden, ungleichen und überhaupt unregelmäßigen Herz- und Pulsschlag in allen Fällen, wo dem Kreislaufe des Blutes sich ein solches Hinderniß entgegenstellt, daß das Herz sich entweder nicht gleichmäßig anfüllen oder nicht vollständig entleeren kann. Zu den wichtigsten und häufigsten Ursachen dieser Art gehören Structurveränderungen des Herzens selbst und vor Allem Fehler der Klappen; aber auch bedeutendere Hemmnisse des Kreislaufes in den größeren, dem Herzen naheliegenden Gefäßen, Desorganisationen der Leber oder anderer Unterleibsorgane bewirken in derselben Weise Unregelmäßigkeiten der Herzthätigkeit.

Die Ursachen der gesteigerten Thätigkeit des Magens und Darmcanales, mithin auch eines jeden Durchfalles sind immer örtlich reizende Stoffe im Darmcanale selbst, mögen dieselben von außen eingeführte oder Producte der eigenen Absonderung, mögen dieselben gasförmig oder flüssig sein, und mögen dieselben nur durch ihre Menge, mithin ganz mechanisch, oder zugleich und selbst ausschließlich durch ihre besondere Beschaffenheit und dann mehr chemisch reizend wirken. Structurveränderungen des Darmcanales, namentlich Geschwüre der Schleimhaut, verursachen wohl immer nur insofern vermehrte Darmbewegung und Durchfall, als sie eine krankhaft vermehrte Absonderung bedingen, und vielleicht dürften selbst alle chemisch reizenden Stoffe ebenfalls nur durch Vermehrung der Absonderung Durchfall bewirken, so daß es am Ende in allen Fällen nur die Menge eines zugleich leicht beweglichen Inhaltes wäre, was den Darmcanal zu gesteigerter Thätigkeit anregt. Es giebt keine Thatsachen, die dafür sprechen, daß der Darmcanal von den Centraltheilen des Nervensystemes und unmittelbar könnte zu vermehrter Bewegung veranlaßt werden. Wie leicht dagegen ein jeder mechanischer Eindruck, eine jede Berührung des Darmcanales selbst die eigenthümliche peristaltische Bewegung desselben hervorruft, lehren zahlreiche Versuche und lehrt nicht minder die tägliche Beobachtung; denn jedes Reiben und Kneten des Leibes vermehrt die Bewegung des Darmcanales, treibt Blähungen ab, befördert den Stuhlgang, wie wir auf dieselbe Weise während oder nach der Geburt verstärkte Contraction des Uterus zu bewirken im Stande sind. Daß es sich aber hierbei nicht etwa um Reflexbewegungen handelt, die durch Reizung der Haut angeregt werden, ergiebt sich aus der sonst hinlänglich erwiesenen Unabhängigkeit der Darm- und Gebärmutterbewegungen vom Rückenmarke. Die nächste Ursache der antiperistaltischen Darmbewegung aber, oder vielmehr der Umkehr der peristaltischen Bewegung in die antiperistaltische, scheint immer in einem mechanischen Hindernisse zu liegen, das sich der

fortschreitenden peristaltischen Bewegung und der dadurch bewirkten Fortbewegung des Darminhaltes entgegenstellt. Deßhalb entsteht Kothbrechen bei allen dauernden Einschnürungen des Darmes, auf welche verschiedene Art diese selbst auch bedingt sein mögen.

Die Nerven der Haargefäße endlich können ebenfalls durch alle die verschiedenen mechanischen und chemischen Reize, die überhaupt die Thätigkeit der Nerven zu steigern vermögen, aber namentlich auch durch psychische, d. h. durch von dem Gehirne kommende Nervenreize, zu vermehrter Thätigkeit angeregt werden. Im letzteren Falle scheinen jedoch die verschiedenen Centralpunkte des Gangliensystemes die Mittelglieder zu sein, die von der Cerebrospinalsphäre aus angeregt werden und von denen aus diese Anregung auf diesen oder jenen Theil des Haargefäßsystemes weiter verbreitet wird. In allen übrigen Fällen sind es aber auch hier nur örtliche mechanische oder chemische Reize, die auf die peripherische Ausbreitung der Haargefäßnerven selbst einwirken und eine krankhaft gesteigerte Thätigkeit derselben hervorrufen. Wir müßten alle die bekannten Ursachen der Congestion und der Entzündung, — dieser nächsten Folgen einer örtlich beschränkten, geringeren oder höheren Steigerung der Thätigkeit der Haargefäßnerven, — hier anführen, wollten wir alles das namhaft machen, was in einer oder der anderen Weise die Gefäßnerven krankhaft erregen kann. So weit dieselben jedoch bekannt sind, stimmen sie vollkommen mit denen überein, die auch in Nervenfasern anderer Gattung gesteigerte Thätigkeit hervorrufen, die in sensiblen Fasern Schmerzen und in motorischen Convulsionen erregen, und so darf es uns um so weniger wundern, wenn, wie die Ursachen so mancher Neuralgien und Krämpfe bis jetzt unseren Untersuchungen sich gänzlich entziehen, so auch die Ursachen krankhaft gesteigerter Gefäßnerventhätigkeit, und namentlich fast aller, aus inneren Ursachen entstehenden Entzündungen uns noch vielfach ganz unbekannt sind. Allein die krankhaft gesteigerte Thätigkeit der Gefäßnerven kommt nicht bloß örtlich beschränkt vor, sondern es giebt auch Krankheitserscheinungen, die deutlich darauf hinweisen, daß ihnen eine gesteigerte Thätigkeit der gesammten Gefäßnerven zu Grunde liegt, und da, wie früher erwähnt wurde, im Bereiche der Gangliensphäre wegen der relativen Unabhängigkeit der einzelnen Theile derselben, eine allgemein verbreitete Thätigkeitsstörung mit Sicherheit auf eine ebenso allgemein verbreitete Ursache dieser Störung schließen läßt, so kann in dem erwähnten Falle einer über das gesammte Gefäßsystem verbreiteten krankhaft gesteigerten Nerventhätigkeit die nächste Ursache derselben nur in dem Blute ihren Sitz haben, es kann diese nächste Ursache nur das irgendwie fehlerhaft beschaffene Blut selbst sein, das überall hinströmend an allen Stellen, wo es mit den Gefäßnerven in nächste Berührung kommt, als krankhafter Reiz auf dieselben einwirkt. Eine solche über das ganze Gefäßsystem sich erstreckende, krankhaft gesteigerte Thätigkeit der Gefäßnerven macht das Wesen des F i e b e r s aus, und eine allseitige und gründliche Berücksichtigung der Eigenthümlichkeiten der Ganglienнerventhätigkeit gewährt die Ueberzeugung, daß kein Fieber unmittelbar vom Nervensysteme aus, durch Nervenreiz, Nervenreflex u. s. w. entstehen kann, sondern daß in allen Fällen eine krankhafte Beschaffenheit des Blutes dem Fieber wesentlich und nothwendig zu Grunde liegt. Freilich aber sind wir noch kaum in irgend einem Falle im Stande, die Art dieser krankhaften Blutbeschaffenheit oder gar die verschiedenen Arten derselben bei verschiedenen Fiebern genau bestimmen zu können, und wir müssen es abwarten, ob es dem in neuester Zeit mit so lobenswerthem Eifer und nicht ohne man-

nichfachen sonstigen Erfolg betriebenem Studium der organischen Chemie etwa gelingt, schon in der nächsten Zukunft diese fühlbare Lücke unseres Wissens einigermaßen auszufüllen.

Hier ist übrigens der Ort, auf die früher bereits gemachte Bemerkung zurückzukommen, daß die Gefäßnerven oder wenigstens die Haargefäßnerven nicht bloß Bewegungsthätigkeit äußern, — unter welchem Gesichtspunkte wir die Gangliennerven bisher ausschließlich betrachtet haben, sondern daß dieselben höchst wahrscheinlich auch unmittelbar eine chemische Wirkung auf das Blut und die aus den Haargefäßen austretenden Stoffe äußern, denn ohne diese wichtige Wirkung mit in Anschlag zu bringen, würden wir nicht im Stande sein, die Folgen und Wirkungen der krankhaft gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit, über die wir uns später noch einige Bemerkungen erlauben müssen, richtig zu verstehen. Wir können uns hier nicht darauf einlassen, die ausführlichen Beweise für eine solche unmittelbare chemische Wirkung der Gefäßnerventhätigkeit aufzuzählen und geltend zu machen, sondern können nur kurz andeuten, daß schon mehre normale Lebenserscheinungen und deutlicher noch manche krankhafte Vorgänge eine solche Annahme nothwendig fordern, indem dieselben weder durch bloße Verschiedenheiten der Gefäßbewegung, noch durch sonstige bekannte Factoren sich hinreichend erklären lassen, und daß eine solche Annahme durch zahlreiche Analogien aus den übrigen Naturwissenschaften vollständig gerechtfertigt wird, auch wenn es noch nicht gelungen ist und vielleicht nie gelingen wird, diese chemische Wirkung der Nerventhätigkeit, die der chemischen Wirkung des galvanischen Stromes zu vergleichen sein dürfte, und die wohl nur deßhalb bloß in dem Haargefäßsysteme zur Aeußerung kommt, weil nur hier eine höchst innige Berührung der Nervenenden und der Blutflüssigkeit stattfindet, — durch directe Versuche thatsächlich und unzweifelhaft nachzuweisen. Die normalen Lebenserscheinungen, die eine solche chemische Wirkung der Nerventhätigkeit voraussetzen lassen, sind zunächst die der Wärmeerzeugung, die zwar ohne Zweifel durch Verbindungen organischer Stoffe mit dem im Blute befindlichen Sauerstoffe, kurz durch Oxydation bedingt wird, die aber ebenso unzweifelhaft auch in mancher Beziehung von dem Stande und Grade der Nerventhätigkeit, d. h. der Gefäßnerventhätigkeit abhängt, und dann manche Erscheinungen, die der Kreislauf des Blutes in den Haargefäßen darbietet und zu deren Erklärung neben dem nicht hinreichenden Herzstoße noch ein zweiter Factor als nöthig erscheint, der aber allen Umständen nach kaum ein anderer sein kann, als der unter der Herrschaft der Nerventhätigkeit rascher oder langsamer von Statten gehende organisch-chemische Proceß selbst. Auffallender noch sprechen, wie schon bemerkt, manche krankhafte Vorgänge für einen unmittelbaren Einfluß der Nerventhätigkeit auf den organisch-chemischen Proceß der Absonderung und der Ernährung, und wir wollen hier deßhalb nur kürzlich erinnern an die zuweilen blitzschnell eintretende qualitative Veränderung gewisser Absonderungen, z. B. der Milch, in Folge von heftigen Gemüthsbewegungen, an die chemische Veränderung des Blutes bei Entzündungen an der Stelle der Entzündung selbst und die stete Zunahme des Faserstoffes im Blute, die mit der Entzündung, d. h. mit der abnorm gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit ganz gleichen Schritt hält, während bei Darniederliegen der Gefäßnerventhätigkeit das Blut sich immer durch mangelnde Gerinnbarkeit auszeichnet, an das so viel raschere Vonstattengehen des gesammten organischen Stoffwechsels bei allen Fiebern, und zwar ebenfalls dem Grade der dem Fieber zu Grunde liegenden gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit entsprechend rc.

Nachdem wir im Vorstehenden zuerst die verschiedenen Erscheinungsweisen und dann die ursachlichen Bedingungen der krankhaft gesteigerten Ganglienneventhätigkeit untersucht haben, bleibt uns nur noch übrig, auch die Folgen und Wirkungen derselben zu betrachten. Es sind aber gerade hier diese Folgen und Wirkungen von der höchsten Wichtigkeit, und es unterscheidet sich gerade dadurch mehr, als durch alles Andere die Ganglien-nerventhätigkeit von der Cerebrospinalnerventhätigkeit, obwohl auch dieser Unterschied nicht in einer besonderen Thätigkeitsweise der einen und der anderen Nerven selbst, sondern nur in äußeren Verhältnissen, in der verschiedenen Umgebung begründet ist, unter welchen und auf welche die einen und die anderen Nerven ihre überall gleiche Thätigkeit zu äußern, durch die Organisation des Körpers bestimmt sind. Die Thätigkeit der sensiblen Gehirnfaser hat nur Empfindung zur Folge, die sich ihrerseits nur in die verschiedenen psychischen Thätigkeiten fortsetzt. Nur ausnahmsweise kommt hierbei eine weitere Wirkung der Gehirnthätigkeit auch auf das Rückenmark und selbst auf das Gangliensystem vor, z. B. wenn eine Sinnesempfindung krampfhaftes Zusammenfahren des ganzen Körpers bewirkt, oder wenn ein rührender Anblick die Thränenabsonderung plötzlich vermehrt. Eine Nothwendigkeit solcher Wirkung ist jedoch nicht vorhanden, weil sie keine unmittelbare ist. Ebenso hat alle durch die Thätigkeit der motorischen Cerebrospinalnerven vermittelte Muskelbewegung keine andere unmittelbare und nothwendige Wirkung, als etwa auf die sensiblen Nerven, wenn dieselben von der Bewegung betroffen werden, indem wir in diesem Falle die statthabende Bewegung empfinden. Jede einzelne Thätigkeit innerhalb der Cerebrospinalsphäre, bestehe sie in Empfindung oder Bewegung, ist deßhalb ein für sich bestehender isolirter Act oder kann wenigstens ein solcher sein. Ganz anders verhält sich dies innerhalb der Ganglienspäre. Hier hat jede Thätigkeit unmittelbar und deßhalb mit Nothwendigkeit bestimmte Wirkungen, und zwar materielle Veränderungen zur Folge, die in den meisten Fällen selbst wieder Ursache weiterer Thätigkeiten werden. In der Ganglienspäre kommen deßhalb fast nie isolirte Thätigkeiten vor, sondern dieselben verketten und verschlingen sich nach allen Seiten hin auf das Mannichfachste und machen gerade dadurch ihre genaue Erkenntniß so schwierig. Doch gilt auch dies nicht von allen Aeußerungen der Ganglienneventhätigkeit in gleichem Grade. Wo dieselbe z. B. nur motorische Thätigkeit ist, können die Wirkungen und Folgen nicht so mannichfaltig sein, als wo dieselbe sich zugleich auch und selbst vorzugsweise als chemische Thätigkeit äußert. Eine Zusammenziehung des Darmcanales hat zunächst nur andere ähnliche Zusammenziehungen in benachbarten Theilen zur Folge; die Bewegung pflanzt sich fort, ohne eines neuen Reizes zu bedürfen. Aber weiterhin hat diese Zusammenziehung ohne Zweifel auch einen höchst wichtigen Einfluß auf die Absonderung des Darmcanales selbst und der ihm dienenden Drüsenapparate. Vermehrte Bewegung des Darmcanales vermehrt auch dessen Absonderung, und das Opium vermindert diese Absonderung wohl nur, insofern es die Bewegung des Darmcanales lähmt. Mannichfacher und weiter greifend sind schon die Wirkungen der krankhaft gesteigerten Herzthätigkeit, indem dadurch in Organen, die schon eine besondere Geneigtheit dazu besitzen, wichtige Störungen des Blutkreislaufes, Congestionen, Ausdehnungen, selbst Zerreißungen der Haargefäße entstehen können, die wieder ihrerseits die verschiedensten weiteren Folgen nach sich ziehen. Aber bei weitem die zahlreichsten und wichtigsten Wirkungen äußert die gesteigerte oder krankhaft erregte

Gangliennerventhätigkeit, wenn sie im Bereiche des Haargefäßsystemes auftritt. Der normale Kreislauf des Blutes durch die Haargefäße ist in allen Theilen des Körpers die unerläßliche Bedingung für die normale Ernährung, und zwar für die Anbildung, wie für die Absonderung, für den steten Wiederersatz, wie für die stete Entfernung der durch die Lebensthätigkeiten verbrauchten organischen Stoffe. Eine jede bedeutendere, nicht gleich wieder ausgeglichene Störung des Haargefäßkreislaufes muß deßhalb unmittelbar in einer oder der anderen Weise und in geringerem oder höherem Grade den organisch-chemischen Ernährungsproceß des betreffenden Theiles beeinträchtigen und verändern, und eine solche Störung des Haargefäßkreislaufes wird immer die nothwendige und unmittelbare Folge sein, wenn die Nerventhätigkeit, die sowohl die Bewegung des Blutes in den Haargefäßen, wie den organisch-chemischen Proceß selbst bis auf einen gewissen Grad beherrscht, krankhaft angeregt und dadurch ungewöhnlich gesteigert wird. Wir müßten deßhalb fast das ganze Heer der sogenannten vegetativen Krankheiten, alle die materiellen Veränderungen, die als Product krankhafter Lebensthätigkeit auftreten, namhaft machen, wollten wir ausführlich die Wirkungen und Folgen der krankhaft gesteigerten Thätigkeit der Haargefäßnerven abhandeln. Wir haben uns aber hier auf wenige allgemeine Andeutungen zu beschränken und können dies auch um so mehr thun, da sich in der That alle jene Wirkungen und Folgen, so groß auch ihre Zahl und so verwirrend ihre anscheinende Mannichfaltigkeit sein mag, doch ungezwungen auf wenige Classen zurückführen lassen, die selbst wieder in der in verschiedener Weise gesteigerten Thätigkeit der Haargefäßnerven ihre Einheit finden. Die hier zu betrachtenden Wirkungen der gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit treten nämlich theils innerhalb des Gefäßsystemes selbst auf, das der Vermittler des Blutkreislaufes und des durch diesen unterhaltenen Ernährungsprocesses ist, theils erstrecken sie sich auf diesen Ernährungsproceß selbst und äußern sich als Störungen der Absonderung sowohl wie der Anbildung. Die innerhalb des Gefäßsystemes selbst zunächst auftretenden Wirkungen der gesteigerten Nerventhätigkeit sind die Congestion, die Entzündung und das Fieber. — Wird an irgend einer einzelnen Stelle die Thätigkeit der Haargefäßnerven, sei es von den Centraltheilen des Nervensystemes aus oder sei es durch irgend einen örtlich wirkenden Reiz, in nicht zu hohem Grade ungewöhnlich erregt, so entsteht zu jener Stelle ein vermehrter Andrang des Blutes, der sich je nach der Stärke des Reizes mehr oder weniger weit ausbreitet; die Haargefäße werden ausgedehnt, füllen sich reichlicher mit Blut, und der von solcher Congestion ergriffene Theil erscheint röther, gespannter und wärmer. Es ist dieser congestive Zustand, dessen Zustandekommen nach ganz physikalischen Gesetzen wir hier nicht im Einzelnen verfolgen können, theils seiner Entstehung und vielfach auch seiner Erscheinung nach verschieden von anderen ähnlichen Zuständen, bei denen ebenfalls eine ungewöhnliche Blutanhäufung in einzelnen Theilen des Körpers stattfindet. Es kann eine solche örtliche Hyperämie nämlich auch bewirkt werden durch bloße Verstärkung der Herzthätigkeit, durch Beschleunigung des gesammten Blutkreislaufes, — insofern die Haargefäße einzelner Theile dem andrängenden Blute einen geringeren Widerstand leisten, als andere, mag diese geringere Widerstandsfähigkeit in der ursprünglichen Organisation begründet oder erst Folge eines erworbenen krankhaften Zustandes sein; denn bei ganz gleichem Widerstande in der Peripherie des Gefäßsystemes würde sich auch der stärkste vom Centrum ausgehende Impuls ganz gleichmäßig vertheilen, und es könnte nur ein

rascheres und stärkeres Strömen des Blutes durch die Haargefäße, aber keine örtliche Hyperämie in einzelnen Abtheilungen derselben entstehen. Es kann aber auch örtliche Hyperämie ohne alle Verstärkung der Herzthätigkeit in Folge von Atonie oder Lähmung der Haargefäße, und endlich selbst ohne ursprüngliches Leiden der Haargefäße in Folge von verhindertem Rückflusse des Blutes in den Venen entstehen. Von diesen vier, ihrer Entstehung nach ganz verschiedenen Arten der Hyperämie kann uns hier jedoch nur die erste, durch gesteigerte Thätigkeit der Haargefäßnerven bedingte, beschäftigen. Sie allein verdient auch den Namen der activen Congestion, da selbst bei der zweiten durch vermehrte Herzthätigkeit bedingten die Haargefäße wenigstens sich passiv verhalten, und sie allein hat die weiteren Veränderungen der Ernährung zur Folge, die wir später noch als Wirkungen der activen Congestion werden anzuführen haben. Es ist aber um so wichtiger, die wahre Natur und die Bedingungen der wirklichen Congestion, im Gegensatze zu den sonstigen Hyperämien, möglichst scharf aufzufassen, da sie selbst bei weitem die häufigste und wichtigste Bedingung nicht bloß aller weiteren materiellen Erkrankungen, sondern selbst zahlreicher Krankheitserscheinungen innerhalb der Cerebrospinalsphäre ist, die mithin alle nicht richtig verstanden werden können, wenn jene ihre Bedingung nicht richtig aufgefaßt worden ist. —

Wird dagegen die Thätigkeit der Haargefäßnerven irgend eines Körpertheiles in noch höherem Grade krankhaft gesteigert, und zwar in einem Grade, wie er nur in Folge eines örtlich wirkenden mechanischen oder chemischen Reizes, nicht aber von den Centraltheilen des Nervensystemes aus möglich ist, so entsteht nicht bloß Congestion, sondern der Einfluß, den die Nerventhätigkeit auch im normalen Zustande unmittelbar auf den organisch-chemischen Proceß ausübt und der bei bloßer Congestion nur verstärkt ist, ohne noch qualitative Aenderung zur Folge zu haben, äußert sich jetzt durch Bewirkung abnormer chemischer Verbindungen und Zersetzungen; das Blut, wie die aus den Haargefäßen austretende Ernährungsflüssigkeit wird qualitativ verändert, es tritt in Folge davon selbst völlige Stockung des Blutes an einzelnen Stellen ein, kurz es gesellen sich zu den Erscheinungen der Congestion diejenigen der Entzündung. Man hat in neuester Zeit die materiellen mit der Entzündung verbundenen und ihr folgenden Veränderungen mit außerordentlichem Fleiße erforscht, und wir haben um so weniger nöthig, auf dieselben hier uns näher einzulassen, da sie mit seltener Vollständigkeit und Gründlichkeit von J. Vogel in dem betreffenden Artikel dieses Handwörterbuches selbst abgehandelt sind. Auf den eigentlichen Grund aber, auf die nächste Ursache dieser Veränderungen, die durch örtlichen Reiz excessiv gesteigerte Thätigkeit der Haargefäßnerven, die sich freilich nicht unmittelbar beobachten läßt, ist man nicht hinlänglich aufmerksam gewesen, und doch dürfte sich aus ihr allein, aber auch vollständig der ganze Vorgang der Entzündung selbst und ihrer mannichfachen Folgen sowohl, wie namentlich auch das Verhältniß der Entzündung zur Congestion erklären lassen. Congestion und Entzündung sind allerdings nur dem Grade nach verschieden, wie oft behauptet worden ist, so lange man nämlich nur den Grund beider, die mehr oder weniger krankhaft gesteigerte Nerventhätigkeit in's Auge faßt. Beide sind aber auch wesentlich und qualitativ verschieden, sofern man nämlich die Folgen jener krankhaft gesteigerten Nerventhätigkeit berücksichtigt, denn bei der Congestion findet nur eine Abnormität in der Bewegung des Blutes Statt, während bei der Entzündung das Blut selbst chemisch und qualitativ

verändert erscheint. Einen der wichtigsten Beweise sowohl für den unmittelbaren Einfluß der Nerventhätigkeit auf den organisch-chemischen Proceß überhaupt, wie für die krankhaft gesteigerte Thätigkeit der Haargefäßnerven, als nächste Ursache der Entzündung, bietet das Verhalten des Faserstoffes im Blute, und namentlich die bei Entzündung nie fehlende und dem Grade der Entzündung entsprechende krankhafte Vermehrung dieses Faserstoffes dar. Man hat bis jetzt fast nur von rein chemischem Gesichtspunkte diese Faserstoffvermehrung zu erklären sich bemüht; allein die zu diesem Zwecke aufgestellten Hypothesen sind ebenso ungenügend als widerspruchsvoll. Betrachtet man aber unbefangen alle die krankhaften Zustände, in denen eine Vermehrung des Faserstoffes vorkommt, — einige wenige ausgenommen, denen eine andere Ursache zu Grunde zu liegen scheint, — und vergleicht sie namentlich mit den Zuständen, die sich durch eine besondere Verminderung des Faserstoffes auszeichnen, so muß man darauf hingeführt werden, daß der verschiedene Faserstoffgehalt des Blutes in bestimmter Beziehung zu der stärkeren oder schwächeren Thätigkeit der Haargefäßnerven steht, daß bei gesteigerter Thätigkeit derselben eine Vermehrung, bei verminderter Thätigkeit derselben dagegen, wie namentlich in typhösen, sogenannten bösartigen Fiebern, aber auch, wo ein plötzlicher Tod vom gesammten Nervensysteme ausgeht, wie bei vom Blitze Erschlagenen u. s. w. eine auffallende Verminderung des Faserstoffes, eine gänzlich mangelnde Gerinnbarkeit des Blutes vorkommt.

Wird endlich drittens die Gesammtheit der Gefäßnerven gleichzeitig zu krankhaft gesteigerter Thätigkeit erregt, was nach dem früher darüber Angeführten nur vom Blute selbst aus möglich ist, und was begreiflicher Weise nie in so hohem Grade geschehen kann, wie es bei der örtlichen Entzündung der Fall ist, so entstehen die Erscheinungen des Fiebers, das bekanntlich, je nach dem Grade der krankhaft gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit, der selbst wieder von mancherlei Bedingungen abhängig ist, je nach der Menge und Beschaffenheit des Blutes und vor Allem je nach der Art und Zahl der das Fieber complicirenden örtlichen Leiden, die theils Ursache, theils Wirkung, theils nur zufällige Begleiter des Fiebers sein können, ganz unendliche Verschiedenheiten darzubieten vermag. Man hat bei allen bisherigen Versuchen, die mannichfachen und so vielfach wechselnden Erscheinungen des Fiebers physiologisch zu erklären, wie uns scheint, hauptsächlich zwei Fehler begangen. Man hat nämlich für das erste nicht genug die Erscheinungen auseinandergehalten, die durch die gesteigerte Gefäßnerventhätigkeit selbst und unmittelbar bedingt werden, und die mithin allein das Wesentliche des Fiebers ausmachen, und diejenigen, die umgekehrt von dem Cerebrospinalsysteme abhängen und die nur entweder gleichzeitige Wirkungen der gemeinschaftlichen Ursache, nämlich der krankhaften Beschaffenheit des Blutes oder gar nur Folgen des Fiebers selbst, d. h. Folgen der durch das Fieber bewirkten veränderten Blutbewegung sind. Und für das andere hat man durch den scheinbaren Widerspruch der Erscheinungen in dem Frost- und Hitzestadium des Fiebers sich zu der Annahme berechtigt, ja selbst genöthigt geglaubt, als ob diesen entgegengesetzten Erscheinungen auch ebenso entgegengesetzte und auf einander folgende innere Affectionen, z. B. zuerst unterdrückte und dann gesteigerte Thätigkeit, sei es der Nerven oder des Blutes selbst oder einer angeblichen Lebenskraft u. s. w. zu Grunde liegen. Eine genaue Kenntniß und ein sorgfältiges Auseinanderhalten der verschiedenen Sphären des Nervensystemes und der von ihnen abhängigen Lebenserscheinungen werden den ersten Fehler für die Zukunft leichter vermeiden lassen, denn die neueren Fortschritte der Nerven-

physiologie, besonders die Untersuchungen über das Gangliensystem, haben jene genauere Kenntniß erst möglich gemacht und fordern nun strenge dies sorgfältige Auseinanderhalten. Was aber den zweiten, von der Herrschaft des Vitalismus herrührenden Fehler betrifft, so läßt uns auch jetzt schon eine genaue Beachtung der physikalischen Verhältnisse des Gefäßsystemes recht wohl einsehen, wie eine und dieselbe innere Affection, nämlich eine über das ganze Gefäßsystem sich verbreitende gesteigerte Thätigkeit der demselben angehörigen Nerven sich im ersten Beginne durch vorwaltende Contraction der peripherischen Haargefäße und die dadurch bedingten sonstigen Erscheinungen des Froststadiums zu äußern vermag, während in dem weiteren Verlaufe, wo die ebenfalls vom Beginne an gesteigerte, aber erst später sich immer freier entfaltende Herzthätigkeit den peripherischen Gefäßkrampf überwunden hat, die fortwährend gesteigerte Thätigkeit der Haargefäßnerven zwar nicht mehr durch vermehrte Contraction, wohl aber noch durch einen verstärkten Einfluß auf den organisch-chemischen Ernährungsproceß, durch gesteigerte Wärmeentwicklung und Veränderung und Vermehrung der Absonderung sich äußert, was bekanntlich das Charakteristische der späteren Fieberstadien ausmacht.

Wie der Kreislauf des Blutes überhaupt und insbesondere der durch die Haargefäße neben der gesunden Beschaffenheit des Blutes selbst die unerläßliche Bedingung für die normale Ernährung ist, so müssen auch die krankhaften Störungen dieses Kreislaufes nothwendig eine fehlerhafte Ernährung zur Folge haben. Sofern also Fehler der Ernährung, der Absonderung, wie der Anbildung, nicht etwa unmittelbare Folgen einer abnormen Beschaffenheit der allgemeinen Nahrungsflüssigkeit, des Blutes, sondern Folgen krankhafter Lebensthätigkeit, und zwar krankhaft gesteigerter Lebensthätigkeit sind, — womit wir es hier vorerst allein zu thun haben, — können sie nur Folgen der Congestion, der Entzündung oder des Fiebers sein, da dieses die drei Formen sind, unter denen die krankhaft gesteigerte Thätigkeit der Haargefäße oder eigentlich der Haargefäßnerven zur Aeußerung kommt. Von diesen dreien ist aber die Congestion in Betreff ihrer weiteren Wirkungen schon um deßwillen bei weitem die wichtigste, weil sie nicht bloß ungleich häufiger selbstständig und für sich allein vorkommt, sondern auch der stete Begleiter jeder Entzündung und jedes Fiebers ist, so daß mithin ihre Folgen und Wirkungen sich überall zu denen dieser beiden letzteren hinzugesellen. Alle Absonderungen, sowohl die allgemeinen, bei denen nur die normalen serösen Bestandtheile des Blutes auf mechanische Weise ausgeschieden werden, wie die specifischen, bei denen in eigenen Organen aus den Bestandtheilen des Blutes besondere Producte sich bilden, werden durch die hier in Rede stehende active Congestion vermehrt, und zwar theils in Folge des stärkeren und rascheren Blutzuflusses, wodurch ein reichlicheres Material für die Absonderung sich darbietet, und wodurch die Haargefäße ausgedehnt, mithin die Poren ihrer Wände erweitert werden, theils unmittelbar in Folge der gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit selbst, insofern der organisch-chemische Proceß dadurch gefördert wird. Wenn dagegen bei der Entzündung und ebenso im Beginne und selbst noch auf der Höhe des Fiebers die Absonderungen sich nicht nur nicht vermehrt, sondern sogar entschieden vermindert zeigen, obwohl unserer Annahme zufolge hier doch auch nur eine gesteigerte Gefäßnerventhätigkeit, bei der Entzündung nur noch höher gesteigert, bei dem Fieber allgemein verbreitet, zu Grunde liegt, so ist dies nur ein scheinbarer Widerspruch, der sich leicht lösen läßt. An jeder wirklich entzündeten

Stelle stockt das Blut und wird selbst chemisch verändert. Hier muß mithin jede normale Absonderung aufhören, obwohl oder eigentlich gerade weil die Gefäßnerven in excessiver Thätigkeit begriffen sind. Aber in einem engeren oder weiteren Umkreise um die entzündete Stelle, je nach der Beschaffenheit des ergriffenen Organes und je nach der Heftigkeit und Ausdehnung der Entzündung selbst, findet eine bedeutende Congestion Statt; und hier ist die Absonderung vermehrt. Daraus erklärt sich allein die Verschiedenheit der Entzündungen, die bald, wie auf den weit ausgedehnten serösen Häuten, häufig auch auf den Schleimhäuten mit reichlichen Ausscheidungen verbunden sind, bald, wie in der festeren äußeren Haut und in manchen dichteren inneren Organen, alle Absonderung unterdrücken. In dem Beginne des Fiebers, solange der peripherische Gefäßkrampf dauert, muß trotz der gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit alle Absonderung stocken, oder wo sie erfolgt, wie in den Nieren, kann sie nur ungewöhnlich wässerig sein, weil die heftig zusammengezogenen Haargefäße ungleich weniger Blut enthalten und selbst von diesem nur die dünnsten, flüssigsten Theile durch ihre Wände hindurchlassen. In der Hitze des Fiebers dagegen ist das Stocken der Absonderungen großentheils wohl nur ein scheinbares, indem bei der allgemein so sehr vermehrten Wärmeerzeugung zu viel wässerige Theile verzehrt werden, als daß selbst bei gesteigertem Umsatze der organischen Stoffe irgend eine reichliche Ausscheidung stattfinden könnte. Auch verharren die Haargefäße während dieses Stadiums immer noch in einem Zustande krampfhafter Zusammenziehung, obwohl dieselbe geringer ist, als im Froststadium. Die Absonderungen sind deßhalb jetzt sehr gesättigt, reich an festen Stoffen. Sobald aber die Heftigkeit des Fiebers so weit nachläßt, daß der Kreislauf in den Haargefäßen wieder vollkommen frei wird, während zugleich die der gesteigerten Thätigkeit der Gefäßnerven entsprechende Wärmeerzeugung sich soweit vermindert, daß hinlängliche Flüssigkeit sowohl zum normalen Vonstattengehen des organisch-chemischen Absonderungsprocesses selbst, wie zur hinlänglichen Verdünnung des Abgesonderten übrig bleibt, zeigen sich alsbald überall im Körper vermehrte Absonderungen, deren Mengen durch den bald hier, bald da vorzugsweise auftretenden, das Fieber begleitenden und durch denselben bedingten congestiven Zustand der verschiedenen Absonderungsorgane bestimmt werden. So hat die gesteigerte Gefäßnerventhätigkeit für sich immer nur Vermehrung der Absonderungen zur Folge, und wo dies nicht der Fall ist, wie bei der eigentlichen Entzündung und in gewissen Stadien des Fiebers, fehlt jene Folge nur deßhalb, weil gewisse andere Mitbedingungen einer vermehrten Absonderung fehlen. — Aber nicht bloß Vermehrung, sondern auch eine qualitative Veränderung der Absonderungen kann durch gesteigerte Gefäßnerventhätigkeit bei congestiven Zuständen bewirkt werden. Der ungewöhnliche Eiweißgehalt des Urines, der vielfachen Beobachtungen und selbst bestimmten Versuchen zufolge nicht nur bei eigenthümlicher Entartung der Nieren, sondern schon bei bloßer Congestion zu den Nieren vorkommt, ist zwar strenge genommen nicht hierherzurechnen, insofern es sich dabei nicht um eine chemische Veränderung der Absonderung, sondern wohl nur um eine abnorme Beimischung von eiweißhaltigem Blutserum zum Urine handelt, die sich vielleicht nur durch die stattfindende Gefäßerweiterung erklären ließe. Um so entschiedener aber dürfte die schon erwähnte, oft plötzlich eintretende qualitative Veränderung der Absonderungen in Folge von heftigen Gemüthsbewegungen hierherzurechnen sein, und auch die Bildung und Absonderung des Eiters, sowie manche Arten krankhafter Schleimabsonderung in Folge

acuter und chronischer Entzündung gehören großentheils hierher, insofern bei ihnen entschieden eine qualitative Veränderung, eine chemische Umwandlung der betreffenden Absonderung stattfindet, und insofern nur bei einem gewissen Grade gesteigerter Nerventhätigkeit ein gutartiger Eiter gebildet zu werden scheint. Abgesehen von diesen und einigen ähnlichen Fällen haben die sonstigen krankhaften qualitativen Veränderungen der Absonderungen weit weniger in einer gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit, als vielmehr in abnormer Beschaffenheit des Blutes, und zuweilen, wie wir später noch sehen werden, selbst in einer verminderten Gefäßnerventhätigkeit ihren Grund.

Die Anbildung, die eigentliche Ernährung, bildet nur die der Absonderung entgegengesetzte andere Seite des organisch-chemischen Processes, der wesentlich einer und derselbe ist, und demgemäß sehen wir denn auch die Ernährung oder Anbildung in gleicher Weise wie die Absonderung durch jede active Congestion, sobald sie ein gewisses Maß nicht überschreitet, gefördert und verstärkt werden. Die kräftige Entwicklung der Muskeln in Folge vielfacher Uebung derselben, wie die oft enorme Hypertrophie der Herzwandungen, wird durch anhaltende Congestion geringeren Grades vermittelt; und ebenso verhält es sich mit allen anderen Hypertrophien. Bei der Entzündung geht freilich die Ausscheidung aus dem Gefäßsysteme zu stürmisch vor sich und ist überdies eine auch qualitativ zu abnorme, als daß dadurch die Ernährung befördert werden könnte; im Gegentheile kann dadurch selbst ein normales Gewebe zerstört und somit Atrophie bewirkt werden, obwohl bei ächter Entzündung nur mittelbar, indem das Entzündungsexsudat durch Druck auf rein mechanische Weise eine Aufsaugung, ein Schwinden nahgelegener Theile veranlaßt. Hypertrophien, die man als Folge chronischer Entzündung ansieht, dürften, insofern sie wirkliche Hypertrophien und nicht bloß fremde Ablagerungen in normales Gewebe sind, auch nur der die Entzündung im Umkreise stets begleitenden Congestion ihr Entstehen verdanken. Bei jedem bedeutenderen und länger dauernden Fieber endlich wird die Ernährung sichtlich beeinträchtigt; der ganze Körper magert mehr oder weniger ab. Aber es ist dies keine unmittelbare Folge des Fiebers und der demselben zu Grunde liegenden krankhaften Steigerung der Gefäßnerventhätigkeit; und es ist deßhalb auch hierin kein Widerspruch mit der obigen Annahme zu finden, daß die gesteigerte Gefäßnerventhätigkeit in der Congestion, wie den organisch-chemischen Proceß überhaupt, so auch die Ernährung fördere und verstärke. Das Fieber zehrt nicht, wie man sich wohl auszudrücken pflegt. Der Fieberkranke magert nur ab, weil er nicht einmal so viel essen, verdauen und Blut bereiten kann, als zum Ersatze des normalen Stoffumsatzes erforderlich ist, geschweige denn so viel, als zum Ersatze des ungewöhnlich gesteigerten Verbrauches nöthig wäre, der durch die mit der allgemein gesteigerten Gefäßnerventhätigkeit verbundene krankhaft vermehrte Wärmeerzeugung und krankhaft verstärkte Absonderung bedingt wird. Deßhalb ist die Abmagerung um so stärker und rascher, je mehr bei einem Fieber die Assimilationsorgane selbst auch örtlich mitleiden und je reichlicher die krankhaften Absonderungen sind. So ist also auch hier, wie bei der Absonderung, nur der Mangel der übrigen nöthigen Mitbedingungen die Ursache, wenn in gewissen Fällen die gesteigerte Gefäßnerventhätigkeit keine Verstärkung der Ernährung und Anbildung, sondern sogar verminderte Ernährung, örtliche oder allgemeine Atrophie und Abmagerung zur Folge hat, während, wo diese übrigen Mitbedingungen nicht fehlen, die gesteigerte Gefäßnerventhätigkeit sich auch überall als Beförderer der Ernährung ausweis't. — Von der

qualitativ veränderten Ernährung, der Bildung der Pseudomorphen, kennen wir die Bedingungen überhaupt noch zu wenig, um ein bestimmtes Urtheil darüber fällen zu können. Was wir aber davon wissen, läßt uns vermuthen, daß die Nerventhätigkeit dabei jedenfalls nicht in eigenthümlicher Weise mitwirkt, daß der Grund davon ganz anderswo zu suchen ist, und daß die Gefäßthätigkeit höchstens durch Bewirkung von Congestion eine mehr oder weniger fördernde Mitbedingung für die Entstehung solcher dem Organismus ganz fremder Gebilde abgiebt.

b. Krankhafte Verminderung der Ganglienneventhätigkeit.

Ueber die Verminderung und gänzliche Aufhebung der Ganglienneventhätigkeit haben wir nur noch Weniges hier zu erwähnen, da sie in Allem den geraden Gegensatz von der im vorigen Abschnitte abgehandelten Steigerung und krankhaften Erregung derselben Thätigkeit bildet, und mithin ihr ganzes Verhalten, sowohl hinsichtlich ihrer Erscheinungsformen, wie ihrer Bedingungen und ihrer Wirkungen und Folgen schon aus diesem Gegensatze sich gleichsam von selbst ergiebt. Schwäche oder gänzlicher Mangel der Bewegung, soweit dieselbe von der Thätigkeit der Ganglienneven abhängt, mag dieselbe übrigens durch wirkliche Muskeln oder durch mehr oder weniger muskelähnliche, der Zusammenziehung fähige Gewebe vermittelt werden, daher Tonlosigkeit, Erschlaffung und unter Umständen Erweiterung der von solchen Geweben gebildeten Schläuche und Canäle, und langsameres und unvollständigeres Vonstattengehen des normalen organisch-chemischen Processes, wohl gar gänzliches Ersetztwerden desselben durch einen dem Organismus sonst ganz fremden anorganisch-chemischen Proceß, sind die Erscheinungen, durch welche die verminderte oder gänzlich aufgehobene Ganglienneventhätigkeit sich kund giebt. Wie sich jedoch die Krämpfe im Bereiche der Gangliensphäre von denen der Cerebrospinalsphäre in manchen wesentlichen Punkten unterscheiden, so ist dies auch mit der Lähmung der Fall. In der Cerebrospinalsphäre bietet es wenig oder gar keine Schwierigkeiten dar, die von einer Unthätigkeit der Bewegungsnerven herrührende Lähmung, Paralyse, von der durch Atonie, durch mangelhafte Beschaffenheit der Muskeln bedingten Schwäche der Bewegung zu unterscheiden; in der Gangliensphäre dagegen gehen diese beiden krankhaften Zustände weit mehr wirklich in einander über und sind viel häufiger mit einander verbunden, weil sie beide, wenn auch nicht gerade immer von denselben Nerven, doch von Nerven derselben Sphäre abhängen; und selbst wo sie für sich vorkommen, sind sie nur selten durch bestimmte Zeichen von einander zu unterscheiden. In den meisten Fällen hat es deßhalb mehr nur ein theoretisches, als ein gleichzeitig praktisches Interesse, Paralyse und Atonie auch innerhalb der Gangliensphäre strenge auseinander zu halten. Nur wo vollständige Lähmung eintritt, wie dieselbe wohl nie durch Atonie, durch fehlerhafte Beschaffenheit der Muskeln und muskelähnlichen Gebilde bewirkt wird, oder wo die Lähmung zu rasch eintritt, als daß man sie bloß einer mangelhaften Ernährung der contractilen Gewebe zuschreiben dürfte, sind wir berechtigt, eine mangelhafte Thätigkeit der Bewegungsnerven als ihre Ursache anzunehmen; und selbst dies gilt nicht allgemein, da ohne Zweifel der Darmcanal und ähnliche muskelartige Schläuche und noch mehr die Haargefäße durch eine irgendwie bedingte übermäßige Ausdehnung ebenso rasch wie vollständig ihre Contractilität, ihren Tonus verlieren und ohne vorhergehendes Leiden der Nerven zu jeder Bewegung unfähig werden können. Im Uebrigen dürfte es in den meisten

Fällen fast unmöglich sein, ohne Weiteres zu entscheiden, ob z. B. eine habituelle Unthätigkeit des Darmcanales auf einer mangelhaften Thätigkeit der Bewegungsnerven, oder auf einer Atonie der Darmmuskeln, oder endlich auf einem Mangel der Absonderungen beruht, die die normalen Bewegungsreize für die Darmbewegung abgeben; ob eine ungewöhnlich schwache Thätigkeit des Herzens von einer verminderten Innervation desselben, oder von einer Atonie seiner Muskelwände oder vielleicht selbst von einem krankhaften, weniger reizenden Blute bedingt wird; ob eine gewisse Hyperämie eines Theiles von Paralyse oder von Atonie der Haargefäße abhängt. In ihrer Erscheinung, wenigstens soweit dieselbe sich auf die verminderte Bewegungsthätigkeit bezieht, werden alle diese Zustände sich sehr übereinstimmend verhalten, und nur die Berücksichtigung der vorhandenen Nebenumstände, der begleitenden Krankheitserscheinungen und namentlich der verschiedenen Ursachen kann hier und da unser Urtheil über die im einzelnen Falle anzunehmende Entstehungsweise mit mehr oder weniger Sicherheit leiten.

Wenn ferner in der Cerebrospinalsphäre vollständige Lähmung, gänzliches Aufgehobensein der Bewegung nichts weniger als selten ist und lange Zeit bestehen kann, so ist innerhalb der Gangliensphäre eine solche völlige Lähmung wenigstens auf die Dauer schon um deßwillen nicht möglich, weil daraus, selbst wenn sie örtlich beschränkt wäre, sich bald solche Folgen entwickeln müßten, die das ganze Leben des Organismus in Gefahr bringen würden. Selbst der Darmcanal könnte nicht vollständig gelähmt und unthätig sein, ohne sehr bald die gesammte Assimilation und Blutbereitung wesentlich zu stören und durch mancherlei sonstige Rückwirkung das Leben des Organismus zu beeinträchtigen. Vollständige Lähmung des Herzens hat, wie die Vergiftung mit Blausäure zeigt, augenblicklichen Tod zur unmittelbaren Folge, und selbst eine einzige Stelle des Haargefäßsystemes kann nicht vollständig gelähmt werden, ohne daß örtlicher Tod, Brand und Fäulniß eintritt, deren verderblicher Einfluß auf den Gesammtorganismus nur durch schleunige Abstoßung des örtlich Erstorbenen verhütet werden kann. Es ist also weit häufiger bloße Parese als wirkliche Paralyse, mehr Bewegungsschwäche als gänzlicher Mangel der Bewegung, was innerhalb der Ganglienspäre Gegenstand der ärztlichen Beobachtung wird, und dieser Umstand muß begreiflicher Weise noch mehr dazu beitragen, eine genaue Unterscheidung zwischen Lähmung und Atonie hier fast unmöglich zu machen. Innerhalb der so gegebenen Grenzen jedoch kann auch hier die Lähmung noch die mannichfachsten G r a d e zeigen je nach der Größe und Art der Ursache, welche dieselbe bewirkt. — Hinsichtlich ihrer verschiedenen A u s d e h n u n g über mehr oder weniger große Theile des Körpers scheint die krankhafte Verminderung der Gangliennerventhätigkeit in einem entschiedenen Gegensatze zu der früher betrachteten Steigerung und krankhaften Erregung derselben zu stehen, — ein Gegensatz jedoch, der sich aus dem Baue und der Thätigkeit des Gangliennervensystemes leicht dürfte erklären lassen. Während nämlich die krankhafte Steigerung der Gangliennerventhätigkeit in den meisten Fällen, wie die Congestion und die Entzündung zeigt, eine örtlich beschränkte ist, und nur dann eine allgemeine Ausdehnung erlangt, wenn wie bei dem Fieber die Krankheitsursache selbst eine allgemein durch den ganzen Körper verbreitete ist, kann zwar die vom Ganglienssysteme ausgehende Lähmung auch eine örtlich beschränkte sein; allein in den meisten Fällen ist sie eine allgemein verbreitete, und zwar ohne daß die Ursache eine ebenso verbreitete wäre. Der Grund hiervon scheint in Folgendem zu liegen. Die normalen äußeren

Thätigkeitsreize wirken bei den Ganglienнerven, wie bereits mehrmals erwähnt wurde, fast durchgängig nicht auf und durch die Centraltheile, sondern auf die peripherischen Endigungen derselben; die innere, in ihrer Organisation liegende Bedingung zur Thätigkeit dagegen, die Möglichkeit, durch äußere Reize erregt zu werden, hängt bei den Ganglienнerven wie bei allen übrigen von ihren Centraltheilen ab und wird von diesen aus beständig unterhalten. Die Steigerung und krankhafte Erregung der Nerventhätigkeit nun rührt fast immer von der Einwirkung äußerer abnormer Reize her, und wo die normalen Thätigkeitsreize einwirken, da müssen die Nerven auch am leichtesten der Einwirkung abnormer Reize ausgesetzt sein, und es kann uns deßhalb nicht wundern, daß die krankhaft erregte Gangliennerventhätigkeit fast in allen Fällen nur da und nur in solcher Ausdehnung sich äußert, wo und soweit die Ursache derselben einwirkt. Das Aufgehobensein der Nerventhätigkeit, die Lähmung, dagegen beruht fast immer auf einem irgendwie entstandenen Organisationsfehler der betreffenden Nerven und der dadurch bewirkten Unmöglichkeit, selbst von den normalen immer vorhandenen Reizen zur Thätigkeit angeregt zu werden. Es muß deßhalb Alles, was mit hinlänglicher Kraft feindselig auf die Centralpunkte des Gangliensystemes einwirkt, auch die von diesen ausgehenden Nervenfasern in entsprechendem Grade lähmen, und es wird diese Lähmung immer eine mehr oder weniger ausgebreitete sein, eben weil sie von den Centraltheilen ausgeht, und sie wird um so weiter ausgebreitet sein, je höher die Stellung des ursprünglich beeinträchtigten Centraltheiles unter den vielen, zum Theile wohl einander untergeordneten Partien des Gangliensystemes ist. Daß übrigens auch eine allgemein verbreitete Ganglienlähmung von allgemein verbreiteter Ursache herrühren kann, bedarf wohl kaum einer besonderen Erwähnung.

Die Ursachen der verminderten oder aufgehobenen Gangliennerventhätigkeit sind im Allgemeinen zwar dieselben, die innerhalb der Cerebrospinalsphäre in den sensiblen Fasern Anästhesie und in den motorischen Paralyse bedingen, d. h. Alles, was auf mechanische oder chemische Weise die Organisation der Ganglienнerven so verändert, oder was die fortdauernde Ernährung derselben so weit beeinträchtigt, daß sie ihre normale Erregbarkeit, ihre Leitungs- und Wirkungsfähigkeit verlieren, muß eine Verminderung oder gänzliche Vernichtung ihrer Thätigkeit bewirken. Im Einzelnen stellen sich aber auch hier manche Verschiedenheiten dar. So kann zwar auch durch Druck von Geschwülsten mancherlei Art, denen Nervenstämme ausgesetzt sind, die, wie die meisten Cerebrospinalnerven, sympathische Fasern beigemischt enthalten, eine Lähmung der Haargefäßnerven entstehen, und namentlich an den Extremitäten ist dies nicht ganz selten der Fall; allein verhältnißmäßig ist diese mechanische Entstehungsweise, die bei den Anästhesien und Paralysen der Cerebrospinalnerven bei weitem die häufigste ist, eine ungleich seltenere bei den dem Gangliensysteme angehörigen Lähmungen, weil das Gangliensystem aus weit auseinanderliegenden und von weichen Theilen überall umgebenen Ganglien und Geflechten bestehend, ungleich weniger solchen mechanischen Einwirkungen ausgesetzt ist, als das eng zusammengedrängte und von festen unnachgiebigen Theilen umgebene Gehirn und Rückenmark. Umgekehrt dagegen sind die Ganglienнerven, namentlich als Gefäßnerven, in Folge der nahen Berührung, in welche das Blut mit ihnen kommt, weit mannichfacheren chemischen Einwirkungen ausgesetzt, und eine große Anzahl von Lähmungen der Ganglienнerven vermögen wir nur von der Einwirkung eines, schädliche Bestandtheile enthaltenden Blutes, herzuleiten, die wohl nur als

eine chemische kann angesehen werden, wenn wir auch noch keineswegs im Stande sind, diese schädlichen Bestandtheile selbst und ihre Wirkungsweise zu erkennen und nachzuweisen. Blausäure, in die Venen eingespritzt, tödtet augenblicklich und unmittelbar durch Lähmung der Herznerven und völlige Unterbrechung des Kreislaufes, noch ehe das Gift Zeit gehabt hat, zu den Centraltheilen des Nervensystemes zu gelangen. Opium, gleich anderen narkotischen Substanzen, weit weniger schnell tödtlich, scheint im gesammten Gefäßsysteme eine theilweise Lähmung der Nerven zu bewirken, die sich aber am stärksten, wegen des hier stattfindenden geringeren Widerstandes, in den Haargefäßen des Gehirnes durch starke Blutüberfüllung ausspricht, und scheint erst weiterhin seine Wirkung auf die sonstigen Nervenfasern auszubreiten. In gleicher oder ähnlicher Weise mögen aber eine Menge anderer, bis jetzt kaum geahnter Beimischungen des Blutes, mögen sie von außen in dasselbe gelangt oder durch einen abnormen chemischen Proceß in ihm selbst entstanden sein, Lähmung der Gangliennerven, theils durch Einwirkung auf die peripherischen Haargefäßnerven selbst, theils aber auch von den Centraltheilen des Gangliensystemes aus verursachen, wie namentlich auch manche in bösartigen Fiebern vorkommende Erscheinungen dies wahrscheinlich machen. Aber nicht nur durch das Blut, sondern auch gleichsam von außen her scheint eine solche Vergiftung, eine chemische Zerstörung der Centraltheile des Gangliensystemes und daher rührende allgemeine Lähmung der Gangliennerventhätigkeit bewirkt werden zu können. Ganz eigenthümlich sind die Erscheinungen, die wir z. B. in Folge von Durchlöcherung des Magens und Darmcanales und dadurch entstehender Kothergießung in die Bauchhöhle, oder auch in Folge mancher aus anderen Ursachen herrührenden Bauchfellentzündungen mit eitriger und jauchiger Ausschwitzung auftreten sehen. Die Entzündung macht in diesem Falle einen außerordentlich raschen Verlauf, nimmt schnell, wie man sich auszudrücken pflegt, einen bösartigen Charakter an, es tritt schon fast vom Beginne an ein bedenklicher Collapsus ein, Puls und Herzschlag werden klein, kaum fühlbar und der Kranke stirbt unter den Zeichen der allgemeinen Nervenlähmung schon innerhalb der ersten oder zweiten 24 Stunden. Was ist die Ursache der hier so rasch eintretenden Lähmung der Gangliennerventhätigkeit? Die Entzündung an sich kann es unmöglich sein, da wir Entzündungen sehr wichtiger sonstiger Organe, z. B. der Lungen, des Brustfelles u. s. w. ohne alle diese eigenthümlichen Erscheinungen verlaufen sehen. Einen in ähnlicher Weise rasch tödtlichen Verlauf einer Entzündung sehen wir wohl nur mitunter bei Meningitis, und hier scheint der Tod durch die Ausschwitzung, und zwar durch den mechanischen Druck des Exsudates auf das Gehirn und verlängerte Mark bewirkt zu werden. Bei der Peritonitis können es auch wohl nur die Folgen der Entzündung sein, die so feindlich auf die Centraltheile des Gangliensystemes einwirken, sei es nun, daß die Entzündung in ihrer raschen Ausbreitung auch auf die nächsten häutigen Umhüllungen der großen Ganglien- und Nervengeflechte sich erstreckt und hier durch Ausschwitzung, d. h. durch Druck rasch lähmend wirkt, oder daß unter besonderen Umständen die entzündliche Ausschwitzung des Bauchfelles eine besondere Beschaffenheit erlangt, die als ein chemisches Gift, gleichsam ätzend, theils reizend, die Entzündung verbreitend, theils, wo sie stärker einzuwirken vermag, zerstörend und lähmend auf Centraltheile des Gangliensystemes wirkt. Letzteres wird dadurch noch wahrscheinlicher, daß bei weitem nicht alle Bauchfellentzündungen mit Ausschwitzung den oben geschilderten rasch tödtlichen Verlauf zeigen, daß derselbe jedoch unfehlbar

nach Kothergießung in die Bauchhöhle und sehr häufig bei puerperaler Peritonitis, überhaupt aber da vorkommt, wo zu rascher Zersetzung neigende Stoffe, sei es als Ursache, sei es als Product der Entzündung, in die Bauchhöhle ergossen werden. Eine dritte Entstehungsweise der Gangliennervenlähmung, neben der mechanischen und chemischen, ist die durch mangelhafte Ernährung, durch allmäliges Schwinden der Nerven bedingte. Wie es eine Tabes dorsualis giebt, die Lähmung der vom Rückenmarke abhängigen Muskelbewegung bewirkt, und eine Tabes des Gehirnes und selbst einzelner demselben angehöriger Nerven, die sich als Blödsinn und als Anästhesie einzelner Sinnesorgane äußert, so giebt es auch eine Tabes des Gangliensystemes. Beim allgemeinen Marasmus ist diese Tabes mit dem ähnlichen Leiden der Cerebrospinalsphäre in mehr oder weniger gleichem Grade verbunden, aber nur sie ist es, die durch ihre Rückwirkungen auf die gesammte Ernährung zur Auflösung des Organismus führt. Es kommen aber nicht ganz selten, besonders bei älteren Frauen, Fälle von Tabes nervosa vor, die anfangs ausschließlich oder wenigstens ganz vorzugsweise das Gangliensystem betreffen, und bei denen deßhalb sämmtliche Thätigkeiten der Cerebrospinalsphäre bis kurz vor dem Tode verhältnißmäßig nur sehr wenig beeinträchtigt erscheinen. Mehr oder weniger hat jedoch auch jedes sonstwie entstandene schwerere und länger dauernde Fieber eine mangelhafte Ernährung, wie des gesammten Nervensystemes, so vorzugsweise der Gangliennerven, zur Folge, und der Tod erfolgt hier wenigstens sehr häufig durch Ganglienlähmung, aber wir sind bis jetzt nicht im Stande, im einzelnen Falle zu ermitteln, wie viel hierbei auf Rechnung der mangelhaften Ernährung und wie viel dagegen auf Rechnung einer Vergiftung der Gangliennerven durch krankhafte Beschaffenheit des Blutes zu bringen ist. —

Ebenso wichtig, wie die Folgen und Wirkungen der Steigerung und krankhaften Erregung, sind endlich auch die Folgen und Wirkungen der Verminderung und des gänzlichen Aufgehobenseins der Gangliennerventhätigkeit, und ganz besondere Berücksichtigung verdient auch hier die Thätigkeit der Haargefäßnerven, und zwar sowohl die vasomotorische wie die chemische Thätigkeit derselben. Eine Lähmung des Darmcanales hat nur sehr mittelbar bedenkliche Folgen, und eine Lähmung des Herzens führt ganz unmittelbar zur Ohnmacht und zum Tode; eine Lähmung der Haargefäßnerven dagegen hat, je nach dem Grade, der Ausdehnung, der Raschheit des Eintretens und sonstigen begleitenden Umständen eine große Menge der verschiedensten Wirkungen zur Folge, von denen wir hier jedoch nur einige der wichtigsten und allgemeinsten namhaft machen können. Die nächste und unmittelbarste Folge einer verminderten oder aufgehobenen Thätigkeit der Haargefäßnerven ist die Tonlosigkeit und bei fortdauerndem Blutandrange die Erweiterung und Ausdehnung der Haargefäße. Auf diese Weise entsteht eine wichtige und zahlreiche Classe passiver Hyperämien, die wieder Ursache mannichfacherer weiterer krankhafter Vorgänge werden. Den höchsten Grad der so entstandenen Hyperämie und ihrer weiteren Folgen lehren uns die Durchschneidungen der Nerven, die zahlreiche sympathische Fasern führen, z. B. des Trigeminus, des Ischiadicus u. s. w. zur Genüge kennen. Höchste Ueberfüllung der Haargefäße, reichliches Austreten von Blutserum, später auch von den übrigen Blutbestandtheilen in das Gewebe der Organe, Erweichung und völlige Zerstörung des organischen Gewebes und fäulnißartige Zersetzung der in demselben enthaltenen, durch die Lähmung der Nerven aber dem Einflusse des Organismus gänzlich entzogenen Flüssigkeiten, das sind die

Folgen, die wir hier nach der Reihe auftreten sehen und deren Auftreten sich durch die Lähmung der Gefäßnerven vollständig erklärt. Ganz anders jedoch gestalten sich diese Folgen, wenn die Lähmung der Gefäßnerven nur sehr allmälig entsteht und nicht den höchsten Grad erreicht. In diesem Falle wird in dem Grade, in dem die Gefäßnerventhätigkeit und damit auch der organisch-chemische Ernährungsproceß an einer Stelle vermindert wird, weniger Blut dorthin gezogen, der Kreislauf des Blutes wendet sich von dieser Stelle, wie von einem unterbundenen Gefäße, mehr und mehr ab, und es entsteht nicht nur keine Hyperämie, sondern sogar Blutarmuth, wie dies alle atrophisch werdenden Theile uns lehren. — Die Lähmung der Haargefäßnerven kann sich aber auch zur Entzündung und zum Fieber gesellen, indem die ursprünglich gesteigerte Thätigkeit der Haargefäßnerven, auf welcher die Processe der Entzündung und des Fiebers beruhen, rasch und mehr oder weniger vollständig in ihr Gegentheil übergeht, was durch mannichfache Ursachen, die häufig selbst Producte der Entzündung und des Fiebers sind, theils auf mechanische, theils auf chemische Weise bewirkt werden kann. In diesem Falle geht die Entzündung in Brand über, der sich mehr als feuchter oder mehr als trockner Brand darstellt, je nachdem gleichzeitig der Zufluß der Säfte zu dem entzündeten Theile ungestört fortdauert oder umgekehrt gehemmt ist, und das Fieber wird zum Faulfieber, das durch anorganisch-chemische, fäulnißartige Zersetzung der Säfte sich auszeichnet, wobei jedoch zu bemerken ist, daß, wie der Entzündung eine örtlich weit höher gesteigerte Thätigkeit der Gefäßnerven zum Grunde liegt, als dem Fieber, das dagegen allgemein verbreitet ist, so auch die örtliche Lähmung beim Brande und der diesen begleitende Fäulnißproceß einen viel höheren Grad erreichen kann, als die allgemein verbreitete im septischen Fieber und die damit verbundene abnorme Zersetzung der Säfte.

Die weiteren Wirkungen, welche die verminderte oder aufgehobene Thätigkeit der Haargefäßnerven auf die Absonderung wie auf die Ernährung noch ausübt, ergeben sich aus den bisher betrachteten Wirkungen, die sie auf den Kreislauf des Blutes in den Haargefäßen hat, gleichsam von selbst. Es kommt auch hier Alles darauf an, ob die Lähmung der Haargefäßnerven plötzlich bewirkt worden und ob dabei der Kreislauf des Blutes, wenigstens der Andrang desselben noch in früherer Stärke fortdauert, oder ob dieselbe umgekehrt nur allmälig entstanden und deßhalb in Folge der verminderten Anziehung mit Blutarmuth des leidenden Theiles verbunden ist. Im ersteren Falle wird auch die verminderte Thätigkeit der Haargefäßnerven Vermehrung der Absonderung zur Folge haben; aber es ist dies keine solche Vermehrung der Absonderung, wie sie wohl in Folge gesteigerter Thätigkeit der Haargefäßnerven und in Folge eines lebhafter Vonstattengehens des normalen organisch-chemischen Processes auftritt. Die normalen Absonderungsproducte werden dabei nicht in größerer Menge bereitet und ausgeschieden, sondern es findet nur ein reichlicheres Ausschwitzen zunächst der wässerigen Theile des Blutes, in höherem Grade selbst des gesammten Blutes in Folge der passiven Ueberfüllung der Haargefäße Statt. So entstehen ödematöse und hydropische Anschwellungen mancherlei Art, so entsteht der wässerige Todesschweiß, die reichliche Absonderung in den Bronchien bei Lungenlähmung, der blutige Urin bei Durchschneidung der Nierennerven ꝛc. Nimmt dagegen die Thätigkeit der Haargefäßnerven nur allmälig ab, so wird in demselben Grade der organisch-chemische Proceß an der betreffenden Stelle schwächer, es wird weniger Blut verbraucht, mithin auch immer weniger

angezogen und die Absonderung wird mehr und mehr vermindert. In solchem Zustande befindet sich die welke, blutarme Haut älterer Leute; aber auch alle inneren Absonderungsorgane bieten in zahlreichen Fällen ganz ähnliche Zustände dar. — Die Ernährung endlich geht in allen Beziehungen der Absonderung ganz parallel, und die Wirkung der verminderten oder aufgehobenen Ganglienuerventhätigkeit kann sich deßhalb auch hier nur als Maceration, Verjauchung und dadurch bedingte gänzliche Zerstörung des organischen Gewebes oder als allmälige Atrophie äußern, je nach dem Grade und der Entstehungsweise der Nervenlähmung und je nach dem davon abhängenden Säftereichthum des erkrankten Theiles. Der normale organisch-chemische Proceß der Ernährung wird bedingt durch die normale Thätigkeit der Haargefäßnerven. Wird diese vermindert oder aufgehoben und dadurch die wesentliche Bedingung jenes organisch-chemischen Processes entfernt, so kann derselbe nur entweder allmälig und in entsprechendem Grade abnehmen, wodurch Atrophie entsteht, oder er schlägt plötzlich in einen anorganisch-chemischen Proceß um, der sich als Brand und Fäulniß darstellt.

So haben wir, den verschiedenen Nervensphären des Gehirnes, des Rückenmarkes und des Gangliensystemes folgend, Gelegenheit gehabt, nach der Reihe die mannichfaltigsten und scheinbar verschiedensten Krankheitserscheinungen als Aeußerungen gestörter Nerventhätigkeit, als Nervenkrankheiten, kennen zu lernen. Hyperästhesie, Anästhesie und Störung der psychischen Thätigkeit, Krämpfe und Lähmungen und endlich die auf gesteigerter oder verminderter Thätigkeit der Ganglienuerven beruhenden Störungen des Haargefäßkreislaufes mit ihren nothwendigen Folgen, den Veränderungen der Absonderung und der Anbildung; dies sind die allgemeinen Formen, unter denen allein die krankhaften Lebensstörungen sich zu äußern vermögen. Sofern wir mithin an der Krankheit nur die eine Seite, die mit ihr nothwendig verbundene Störung der Lebensthätigkeit nämlich, in's Auge fassen, beruhen, wie wir im Eingange dieser Abhandlung schon äußerten, alle Krankheiten wesentlich auf Störungen der Nerventhätigkeit, sind alle Krankheiten wesentlich, d. h. ihrem eigentlichen Grunde nach Nervenkrankheiten. Allein soweit wir auch hiernach den Begriff der Nervenkrankheiten ausdehnen, weil wir überzeugt sind, daß eine richtige und klare Einsicht in die verwickelten organischen Vorgänge im gesunden wie im krankhaften Zustande nur dann möglich wird, wenn man erkennt, daß, wie alle normale, so auch alle abnorme, krankhafte Lebensthätigkeiten nur durch Nerventhätigkeit vermittelt werden, so hoffen wir doch von dem Verdachte frei zu bleiben, als ob wir in irgend einer Weise einer einseitigen Solidar- und Nervenpathologie huldigten, wie solche wohl in früheren Zeiten in der Wissenschaft sich geltend zu machen versucht hat. Im Gegentheile wird jeder Unbefangene und Kundige leicht inne werden, wie wir für die Veränderungen der Form und Mischung aller übrigen Theile des Körpers, vor Allem aber für die krankhaften Veränderungen der Säfte, als Bedingungen der krankhaften Lebens- oder Nerventhätigkeit, mögen dieselben nun unmittelbar durch äußere Einwirkungen oder erst in Folge krankhafter Lebensthätigkeit entstanden sein, überall vollen Raum gelassen haben, und wie wir dieselben in ganz gleicher Weise der sorgfältigsten Berücksichtigung Werth achten.

Diese Berücksichtigung werden namentlich die krankhaften Veränderungen der Säfte in einem eigenen, von anderer Hand verfaßten Artikel dieses Handwörterbuches finden, und auf ihn verweisen wir deßhalb als nöthige Ergänzung dessen, was hier unter dem hergebrachten Namen der Nervenkrankheiten über die Erscheinungsweise und die allgemeinen Formen der Krankheit gesagt wurde.

G. A. Spieß.

Die Physiologie in ihrer Anwendung auf Augenheilkunde.

Die Augenheilkunde hat von jeher, als ein lebendiges Glied der gesammten Heilkunde, an allen Schicksalen und Entwicklungen dieser den innigsten Antheil genommen. Auf's Innigste verwandt mit den beiden großen Hauptwegen heilkundiger Hülfeleistung, nicht minder den Rath als die Hand in Anspruch nehmend, theilte sie die Schicksale der Chirurgie und Medicin und wurde in dem Kampfe beider bald hierhin, bald dorthin gezogen; denn das Auge ist, ungeachtet seiner hohen Selbstständigkeit, ein Theil des Gesammtorganismus, der durch seinen ausgezeichneten Nerven- und Gefäßreichthum mit den übrigen Systemen des Körpers in einem so innigen Wechselverhältnisse steht, daß sich in keinem anderen Organe die Veränderungen des Lebens in allen seinen Formen so schnell und deutlich aussprechen, als eben im Auge, und wiederum erkrankt dieses nicht, ohne daß sich der Reflex davon auf jene verbreitet und Störungen in denselben veranlaßt. Der Kampf, durch welchen die gesammte Heilkunde in den verschiedenen geschichtlichen Epochen sich bewegte, wurde stets eingeleitet und durchgeführt von den eben herrschenden physiologischen Ansichten. Die Physiologie übte also stets den größten Einfluß auf die gesammte Heilkunde und somit auch speciell auf die Augenheilkunde aus. Im Gegensatze zu der noch nicht ganz erloschenen vitalistischen Anschauungsweise in der Physiologie, die sich mit Vorliebe allgemeinen Betrachtungen über das Leben und seine Ursachen in der Hoffnung zuwandte, durch eine irgendwie vermittelte Kenntniß des Ganzen ein zurückgeworfenes Licht über das Einzelne zu verbreiten, durch dessen Verwicklungen sie nicht unmittelbar einzudringen vermochte, geht unsere ganze heutige Richtung darauf hin, den früheren Begriff der Lebenskraft als überflüssig, ja als irrig und deßhalb alles erfolgreiche Fortschreiten als hemmend erscheinen zu lassen. Die heutige Physiologie ist lediglich bemüht, die einzelnen organischen Vorgänge durch die in der ganzen Natur verbreiteten allgemeinen Naturkräfte zu erklären und den Unterschied zwischen der organischen und unorganischen Natur allein in äußeren Bedin-

gungen der Form und Mischung zu finden. Mag es nun auch dahin gestellt bleiben, ob der einen oder der anderen Anschauungsweise eine absolute Richtigkeit zuzuschreiben sei, so bleibt doch so viel gewiß, daß die letztere der Heilkunde und namentlich der Augenheilkunde als Erfahrungswissenschaft unendlich viel mehr genützt hat, als die erstere. Erst nachdem man gelernt hat, die physikalischen Gesetze in weiterem Umfange auf das Auge anzuwenden, war es möglich, eine große Reihe bis dahin unbegreiflicher, physiologischer und pathologischer Erscheinungen am Sehorgan zu erklären und ihren Zusammenhang unter sich und mit den Functionen des Totalorganismus einzusehen. An keinem anderen Organe war dies Bemühen aber auch von so ersprießlichen Resultaten, als am Auge, indem dasselbe vor allen der Autopsie zugänglich und den physikalischen Gesetzen nachweisbar unterworfen ist. Die Augenheilkunde ist daher auch ohne alle Frage als die Blüthe der ganzen Heilkunde zu betrachten.

Der Zweck dieser Abhandlung gestattet es nicht, daß sie ein zusammenhängendes Lehrgebäude in Bezug auf die Vollständigkeit und die wissenschaftliche Erkenntniß aller Einzelheiten bilde; man muß sich hier vielmehr begnügen, aus einigen genauer erkannten Erscheinungen eine Reihe von Beispielen zusammengestellt zu finden, an denen der Einfluß der heutigen Physiologie auf die Ergründung des Wesens der krankhaften Erscheinungen am Auge und ihrer Heilungsart erkannt werde.

Die nachfolgenden Blätter enthalten in gesonderter Reihenfolge eine Sammlung von Naturgesetzen, welche die Stellen andeuten, wo sich diese mit der Lehre von den Krankheiten des Auges kreuzen, und eine Anzahl von Schlüssen, welche sich aus der Anwendung jener auf diese ergeben.

I. Gesetze der Endosmose in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Die Gesetze der Endosmose und Exosmose, d. h. die Gesetze, nach welchen sich zwei durch eine permeable Scheidewand von einander getrennte Flüssigkeiten diffundiren, sind für die Augenheilkunde von wesentlicher Bedeutung. Die Linsenkapsel, welche sich weder in Fasern, noch in Lamellen theilen läßt und weder Nerven, noch Gefäße besitzt, bildet eine einfache Zelle, wie eine Pflanzenzelle, und dient als physikalisches, endosmotisches Mittelglied (permeable Scheidewand) zwischen den von den Ciliargefäßen und der Art. centralis retinae abgesonderten Flüssigkeiten, dem Humor aqueus und vitreus; die Linse nimmt daher an allen Veränderungen der letzteren Theil. Dies ist daraus zu entnehmen, daß die Linse sich roth färbt, wenn im Humor aqueus und vitreus Blutfarbestoff aufgelöst ist, daß sie sich gelb färbt, wenn Gallenfarbestoff in ihm enthalten ist. Spritzt man in lebendige Augen, z. B. in Hunde- und Kaninchenaugen, kleine Quantitäten verdünnter Essigsäure, verdünnter Kalilösung oder Alkohols, so findet man stets bald eine Trübung der Linse ohne Theilnahme der Linsenkapsel. Da dieser Proceß im todten wie im lebendigen Auge auf gleiche Weise erfolgt, so wird dadurch die physikalische, vom Leben unabhängige endosmotische Kraft der Linsenkapsel bewiesen. Wird die Einwirkung der umgebenden Flüssigkeiten durch plastische Ablagerungen zwischen Linse und Kapsel unmöglich gemacht, so vertrocknet die Linse, sie verfällt gleichsam in einen Marasmus.

So lange die Flüssigkeiten in normaler Mischung und Quantität abgesondert werden und die selbstständige Thätigkeit der Linsenfasern und Zellen nicht gestört ist, dient die durch die Linsenkapsel vermittelte Wechselwirkung zwischen umgebenden Flüssigkeiten und Linsensubstanz zur Erhaltung der normalen Beschaffenheit der Linse. Wird dieses Verhältniß aber von der einen oder von der anderen Seite gestört, so tritt eine chemische Veränderung und Trübung der Linsensubstanz ein. Daher die Trübung und Entmischung der Linse bei Störungen ihres Eigenlebens nach Erschütterungen, oder bei fehlerhafter Mischung der Ernährungsflüssigkeiten, oder bei zu copiöser Einwirkung des Humor aqueus nach geöffneter Kapsel.

Die Gesetze, nach welchen sich zwei mit einander mischbare Flüssigkeiten von ungleicher Beschaffenheit, die durch eine permeable Scheidewand getrennt sind, ausgleichen, sind sehr verwickelt. Die Bestimmung dieser Gesetze ist nur durch zahlreiche Experimente, die aber am Auge fast noch gar nicht angestellt sind, möglich. Die Gesetze richten sich einestheils nach den Bestandtheilen der mischbaren Flüssigkeiten, anderntheils nach der Natur und besonderen Beschaffenheit der permeablen Membran. Von der Linsenkapsel wissen wir durch directe Versuche bis jetzt nur, daß sie sehr kräftig endosmotisch wirkt, die Art und Weise aber, in welcher die Ernährungsflüssigkeiten der Linse verändert werden, ließ sich bis jetzt nicht durch directe Untersuchungen derselben nachweisen, weil Linsen mit beginnender Kataraktbildung sich äußerst selten der anatomischen Untersuchung darbieten und die wässerige Feuchtigkeit im menschlichen Auge nicht in einer zur quantitativen Analyse ausreichenden Menge vorhanden ist. Es muß daher dieselbe größtentheils aus Thatsachen, welche eine sorgfältige Beobachtung der die einzelnen Fälle begleitenden Umstände, der anatomischen Verhältnisse, der Säftemischung, der bekannten Gesetze der Endos- und Exosmose gewähren, indirect erschlossen werden.

Als feststehende Erfahrungssätze können wir 1. den Satz betrachten, daß das Eindringen der Ernährungsflüssigkeit in die Höhle der Linsenkapsel vorzugsweise auf endosmotischem Wege erfolgt; 2. den, daß, wenn concentrirte Lösungen von Salzen, von Gummi, Eiweiß und ähnlichen Substanzen durch eine thierische Membran sich mit Wasser oder mit verdünnteren wässerigen Lösungen derselben Stoffe mischen, mehr von dem Wasser nach der Salzlösung, überhaupt von der dünneren nach der concentrirteren Flüssigkeit hinüber geht, als umgekehrt, daß also das Wasser an Masse abnimmt, die Lösung zunimmt. — Wenden wir diese Sätze auf die Entstehung der grauen Staare an, so wird uns Manches klar, was wir auf andere Weise nicht zu erklären vermögen.

1. Bei der Synchysis und beim Hydrops der Augenkammern verlieren die Linsenfasern meistens ihre Durchsichtigkeit, es schlägt sich Albumin in Flocken nieder und man findet die Linsensubstanz in einem theilweise aufgelösten Zustande. Bei den genannten Krankheiten herrscht nämlich das Wasser abnorm vor, dagegen nimmt der große Salzgehalt und die starke Alkalescenz der Augenflüssigkeiten, vermöge deren die Durchsichtigkeit der Linse erhalten wird, ab. Das Wasser dringt dann in größerer Quantität in die Linsensubstanz ein und laugt die Salze derselben, denen das Albumin seine Löslichkeit und Durchsichtigkeit verdankt, aus, so daß sich das Albumin niederschlägt.

2. Alle Krankheiten, welche sich durch eine hervorstechende Säurebildung auszeichnen, wie z. B. Gicht, Rheumatismus, Skropheln, Zucker-

harnruhr, haben leicht Staarbildung zur Folge. Die allgemeine Neigung zur Säurebildung spiegelt sich in den Flüssigkeiten des Auges um so leichter ab, als dieselben durch eine einfache Transsudation entstehen und nicht das Mittelglied eines drüsigen Secretionsorgans zu durchlaufen haben. Die Säure der Augenflüssigkeiten muß nun nach dem Gesetze der Endosmose zu dem Wasser der Linsensubstanz übergehen, sich hier mit den Salzen derselben verbinden und eine Coagulation des Albumins bewirken.

3. Wird in Folge einer Entzündung ein flüssiges Cylobistum in die Augenflüssigkeiten ergossen, so wird dasselbe, weil es weniger als die Linsensubstanz concentrirt ist, mit großer Energie in den Raum zwischen Linsenkapsel und Linse übergeführt. Je nach den besonderen Nebenumständen schlägt es sich hier nieder und veranlaßt die Entwicklung von Neugebilden der verschiedensten Form, Organisation und Ausdehnung, durch welche dann das Eindringen der Flüssigkeiten modificirt oder ganz aufgehoben werden kann.

4. Wird die Linsensubstanz durch die eindringenden Flüssigkeiten allmählig ganz aufgelöst, so kann die Lösung im Verlaufe der Zeit durch den endos- und exosmotischen Austausch der Substanzen allmählig eine geringere Concentration erlangen als die umgebenden Flüssigkeiten, und dies wird der Grund sein, weßhalb man bisweilen die unversehrte Linsenkapsel bis auf einige Niederschläge von Proteinstoffen und Kalksalzen ganz leer findet. Die in die Linsensubstanz eingedrungenen Kalksalze können in einer alkalischen Flüssigkeit nur mit Hülfe einer beträchtlichen Menge des Albumins in Auflösung erhalten werden. Wird das Albumin nun auf exosmotischem Wege weggeführt, so schlägt es sich nieder und kann dann im unaufgelösten Zustande die Linsenkapsel nicht mehr durchdringen.

5. Die Wassersucht der Linsenkapsel kommt dadurch zu Stande, daß die umgebenden Flüssigkeiten durch Krankheitsprocesse eine geringere Concentration des Albumins und Salzgehaltes, wie beim Hydrops, annehmen. Ist dies der Fall, so müssen sie in größerer Quantität in die Linsenkapsel eindringen, eine Anschwellung derselben und Auflösung der Linsensubstanz bewirken.

II. Gesetze der Mechanik in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

1. Die Lehre von der Axendrehung des Auges wurde erst dann für die Erforschung des Wesens der Krankheiten desselben ersprießlich, als man das Princip, nach welchem sie vor sich geht, erkannte. Dieses Princip ist aber ein rein mechanisches; es ist dasselbe, nach welchem man die Rotationen einer frei schwebenden, im Raume aber fixirten, nach den drei Dimensionen des Raumes drehbaren Kugel berechnet. Das Auge hat nun aber eine der Kugel sich sehr nähernde Form. Auch ist sein Drehpunkt bei allen Bewegungen fixirt, d. h. er bleibt in der Orbita stets an derselben Stelle, mag das Auge sich drehen, wohin es wolle; thäte er das nicht, so würden mancherlei Verwirrungen des Sehens, namentlich Doppelsehen, bei den Bewegungen des Auges nach den verschiedenen Richtungen entstehen. Der Augapfel macht demnach bei seinen Bewegungen keine Locomotion, sondern eine reine Rotation.

2. Das kugelförmige Auge ist im Stande, sich nach jeder beliebigen Richtung zu drehen. Dreht sich eine Kugel nach einer Richtung, so geschieht dies um eine imaginäre oder wirkliche Drehungsaxe, die durch den Mittelpunkt der Kugel (Drehpunkt) läuft. Soll eine Kugel sich nach allen Richtungen, nach den drei Dimensionen des Raumes drehen können, so muß sie drei Drehungsaxen haben, auf welche die drehenden Kräfte in sechs verschiedenen Richtungen wirken. — So ist es beim Auge; daher waren sechs Augenmuskeln unumgänglich nothwendig. Die Lage der Drehungsaxen wird nach der Richtung der auf die Kugel wirkenden Kraft bestimmt. Die Richtung der Kraft wird beim Auge leicht aus dem Ursprunge und dem Ansatzpunkte der Augenmuskeln entnommen. Die Lage der Drehungsaxen richtet sich also nach der Richtung der einfachen oder der combinirten Kräfte, welche auf die Peripherie der Kugel wirken; die Drehungsaxe steht nämlich immer senkrecht zu dem Radius, der in der Ebene der Drehungsaxe mit der Richtung der Kraft parallel läuft. Aus der bekannten Richtung, in welcher die Muskeln auf den Augapfel wirken, läßt sich demnach die Lage der Drehungsaxen entnehmen. Die Richtung der Kraft der combinirt thätigen Muskeln und die Lage der dieser combinirten Kraft entsprechenden Drehungsaxe findet man aus der Construction des Parallelogramms der Kräfte. Das Parallelogramm der Kräfte läßt sich aus der Richtung der Sehaxe und aus der bekannten Richtung der Kraft der einzelnen Muskeln ableiten. Verfährt man auf diese Weise, so ist es sehr leicht zu bestimmen, welche Muskeln dazu beigetragen haben, der Sehaxe die vorhandene Richtung zu geben.

Diese Theorie, welche übrigens durch zahlreiche Beobachtungen an Gesunden und Kranken und namentlich durch mein Ophthalmotrop empirisch bewiesen ist, thut dar, daß die vier geraden Augenmuskeln vollkommen hinreichen, um den Sehaxen jede beliebige Richtung zu geben, indem sie die Rotation des Bulbus nach zwei Dimensionen des Raumes bewirken, nämlich die nach der vertikalen und horizontalen. Die Mm. obliqui realisiren dagegen die Rotation nach der dritten Dimension des Raumes; sie dienen dazu, um die vertikalen und horizontalen Meridiane beider Augen stets parallel zu erhalten. Dies ist zum einfachen Sehen mit beiden Augen nothwendig. Eine übermäßige Anspannung eines der schiefen Muskeln wird daher, bei normaler Thätigkeit der geraden Muskeln, nur Doppelsehen mit schiefer Stellung des Doppelbildes, aber keine unrichtige Stellung der Sehaxen hervorrufen, indem die geringe Abweichung der Sehaxen von ihrer normalen Richtung durch eine unrichtige Thätigkeit der schiefen Augenmuskeln auf der Stelle durch die stärkeren geraden Muskeln corrigirt wird.

Die vier geraden Augenmuskeln sind Antagonisten der beiden Obliqui; die geraden Muskeln ziehen den Bulbus zurück, die Obliqui vorwärts. Durch diesen Mechanismus wird das Auge mit Hülfe des Fettes der Augenhöhle, in welchem der Bulbus wie in einem Nußgelenke gelagert ist, balancirt, und zwar so, daß, bei vollkommenem Gleichgewichte aller Muskeln, die Sehaxe horizontal nach vorn gestellt ist. Aus diesem Grunde stehen bei Neugebornen, die noch nicht gelernt haben, ihre Sehaxen je nach der Entfernung und Richtung der Objecte zu convergiren, dieselben meistens parallel und horizontal, ebenso bei vollkommen Blinden und im Tode bei solchen Leichen, die im Sterbeacte nicht an Krämpfen oder einseitigen Lähmungen der Augenmuskeln gelitten hatten.

Wird einer der vier geraden Augenmuskeln durchschnitten oder auf andere Weise zufällig gelöst, so tritt der Bulbus etwas aus der Orbita hervor; wird einer der Obliqui durchschnitten, so sinkt er tiefer in dieselbe zurück.

Die beiden Obliqui sind zugleich mit dem Rectus externus Antagonisten des Rectus superior, inferior und internus. Dies ist die Ursache, warum nach Durchschneidung des Rectus internus die Pupille durch die vereinte Wirkung des Rectus superior und inferior noch ziemlich weit nach innen, durch den Rectus superior allein noch oben und innen, durch den Rectus inferior allein nach unten und innen gewälzt werden kann. Gerade nach oben kann die Pupille durch die Wirkung des Rectus superior allein nicht gewälzt werden, sondern dazu muß auch der Obliquus inferior beitragen, der dabei zugleich den Parallelismus der entsprechenden Meridiane aufrecht erhält. Zum Blicke gerade nach unten muß auch der Obliquus superior beitragen. Ist der Rectus externus durchschnitten, so kann die Sehaxe noch etwas nach unten und außen durch den Obliquus superior und nach oben und außen durch den Obliquus inferior gerichtet werden; ganz nach unten und außen und nach oben und außen kann die Sehaxe nur mit Hülfe des Rectus externus bewegt werden. Die beiden Obliqui sind, wenn der Rectus externus durchschnitten oder auf irgend eine andere Weise unthätig geworden ist, noch im Stande, die Sehaxen etwas gerade nach außen zu richten. Die angegebenen Thatsachen liefern uns zugleich den Schlüssel zu der Erklärung, warum bei Durchschneidung oder Lähmung des inneren oder äußeren geraden Augenmuskels nicht so leicht ein Abweichen der Pupille nach der entgegengesetzten Richtung erfolgt.

In manchen Fällen bekommen ein oder mehre Muskeln ein längere oder kürzere Zeit bleibendes relatives oder absolutes Uebergewicht über die anderen, indem dieselben entweder gelähmt, oder übermäßig thätig, oder hypertrophisch, oder verkürzt werden. Hier bekommt die Sehaxe eine von der Norm abweichende Richtung, d. h. es entsteht Schielen oder Luscitas. Wie wichtig hier, in Beziehung auf die Deutung der Krankheitssymptome und auf die Heilung, eine genaue Kenntniß der Funktionen der Augenmuskeln ist, leuchtet von selbst ein.

3. Eine wesentliche Bedingung zum einfachen Sehen mit beiden Augen ist die, daß die Sehaxen in einem Punkte des Objectes, welches sich in einer dem Refractionszustande des Auges entsprechenden Entfernung befindet, sich schneiden. Die Erfüllung dieser Bedingung reicht aber allein noch nicht aus, sondern es müssen zugleich die Drehpunkte beider Augen unverrückt an derselben Stelle verharren und der Parallelismus der s. g. Meridiane beider Augen aufrecht erhalten werden. Nur unter Erfüllung dieser Bedingungen treffen die Lichtstrahlen des fixirten Objectes Stellen beider Netzhäute, welche die Eigenschaft haben, zugleich afficirt, nur ein einfaches Bild der Seele vorzuhalten, welche also, wie man sich ausdrückt, identisch sind.

Aber nicht nur das Object, auf welchem sich die beiden Sehaxen kreuzen, erscheint einfach, sondern auch alle die, welche in dem Kreise liegen, der von dem Kreuzungspunkte der Sehaxen durch den Mittelpunkt der Augen laufend gedacht wird. Alle übrigen Objecte erscheinen doppelt, was beim gewöhnlichen Sehen freilich ganz unbeachtet bleibt. Der gedachte Kreis wird der Horopter genannt.

Bei einem jeden Schielen mit übrigens nicht wesentlich erkrankten

Augen bilden sich, theils wegen der unrichtigen Stellung der Sehaxen, theils wegen des aufgehobenen Parallelismus der gleichnamigen Meridiane beider Augen, Doppelbilder, d. h. Bilder der Objecte, welche heterogene Stellen beider Netzhäute treffen. Diese Bilder werden als gesonderte in der Regel nur im ersten Stadium des Schielens wahrgenommen, weil in diesem die Bedingungen dazu häufiger vorhanden sind, als in den späteren Stadien. Die Bedingungen zur Wahrnehmung der Doppelbilder sind: a) Ein nicht zu starker Grad des Schielens. Die Retina besitzt nämlich nur an einer kleinen, umschriebenen Stelle die Fähigkeit, vollkommen deutlich zu sehen, außerhalb dieser Stelle, gegen die Peripherie hin, nimmt diese Fähigkeit gradweise ab, bis allmählig die Sehkraft verschwindet, so daß sich für die äußerste Peripherie des Gesichtsfeldes keine scharfe Grenze angeben läßt. Jene Stelle des deutlichen Sehens fällt zusammen mit der Ausdehnung des gelben Fleckes der Netzhaut. Der Grund hiervon liegt theils in der eigenthümlichen Structur der Netzhaut an dieser Stelle, theils in der Aberration der seitlich einfallenden Lichtstrahlen, welche diese wegen der Sphärizität der Linse erleiden. Man sieht daher eigentlich immer nur einen Punkt eines Gegenstandes am besten, und es finden immer einige Bewegungen der Augen Statt, wenn man andere Punkte des Objectes ebenso genau sehen will, und will man einen Gegenstand im Detail betrachten, so bewegt man die Augenaxen über denselben und nimmt auf diese Weise von allen oder den meisten Punkten des Gegenstandes Lichtstrahlen auf. Beim Schielen wirft nun aber der Punkt der Fixation sein Bild auf eine vom Mittelpunkte der Retina entfernt liegende Stelle, und zwar auf eine um so entferntere, je bedeutender der Grad des Schielens ist; daher muß die Undeutlichkeit des Doppelbildes mit der Zunahme der unrichtigen Stellung der Sehaxen wachsen. — b) Normale oder nur wenig geschwächte Sehkraft des schielenden Auges. Schwäche der Sehkraft ist ein sehr häufiges Symptom des Schielens. Die Ursache davon ist vorzugsweise der Mangel an Uebung; indem nämlich die Bilder der vom nicht schielenden Auge fixirten Objecte sich auf seitlichen, weniger empfindlichen Theilen der Netzhaut entwerfen, werden sie undeutlicher wahrgenommen und zuletzt gar nicht beachtet, weil das vorherrschend sehende Auge, in dessen Sehweite das Object gehört, durch den Wettstreit (siehe unten) das schwächere Bild des schielenden Auges verdrängt, so daß die Aufmerksamkeit sich von letzterem abwendet und dieses deshalb immer mehr in Unthätigkeit verfällt. Mangel an Uebung hat aber stets eine Schwächung des Organs zur Folge. In Beziehung auf die Abnahme der Sehkraft ist aber auch nicht außer Acht zu lassen, daß durch die übermäßige Anspannung eines oder mehrer Muskeln und durch die Erschlaffung der übrigen eine nachtheilige, die Fixation störende Zerrung des Sehnerven hervorgebracht werden muß, indem die geraden Augenmuskeln an ihrem Ursprunge im hinteren Theile der Orbita mit der Scheide des Sehnerven zusammenhängen. Hätte diese Ansicht keinen Grund, so wäre die fast constante Erscheinung nicht zu erklären, daß gleich, oder bald nach der Operation des Schielens, wo sich das Auge oft nur wenig besser stellt, die Kranken offenbar besser sehen können, als vor der Operation. Die vollkommene Wiederherstellung der Sehkraft erfolgt freilich erst dann, wenn das Auge durch Uebung gestärkt ist. — c) Aufmerksamkeit des Kranken auf die Doppelbilder. Ohne die Aufmerksamkeit des Geistes auf die sinnlichen Eindrücke kommt es nicht zu Sinnesvorstellungen. In die offenen

Augen kann Licht fallen und die Retina reizen, ohne daß die Bilder der dadurch verursachten Zustände des nervösen Sehapparates zum Bewußtsein gelangen und zu Vorstellungen ausgebildet werden, wenn die ganze Aufmerksamkeit der Seele auf einen anderen Sinn oder auf metaphysische Dinge gelenkt ist. In diesen Fällen findet aber dennoch eine wirkliche Affection der Sinnesnerven Statt; dies erhellt daraus, daß noch eine Vorstellung gebildet werden kann, wenn die Aufmerksamkeit des Denkenden nach bereits vorübergegangener sinnlicher Einwirkung, aber doch früher, als bis die eine Zeit andauernde Nachwirkung des Sinneseindruckes aufgehört hat, sich der Sinnesempfindung zuwendet.

Bei längerem Bestehen einer unrichtigen Stellung der Seharen hört die Wahrnehmung der Doppelbilder nach und nach auf, theils wegen der Zunahme der unrichtigen Stellung der Augen und der Schwächung der Sehkraft, theils wegen der Abziehung der Aufmerksamkeit des Kranken von dem an sich schon schwächeren Bilde des schielenden Auges. In späteren Stadien tritt das Doppelsehen nur bisweilen auf, und stets nur als vorübergehende Erscheinung, wenn der Kranke entweder seine Aufmerksamkeit vorwaltend auf das schielende Auge richtet, oder wenn zufällig ein auffallendes Object in der der Sehweite entsprechenden Entfernung in die optische Axe des schielenden Auges fällt.

Um zu bestimmen, welches Doppelbild dem einen oder dem anderen Auge angehört, muß man sich an die Gesetze der Optik halten; am einfachsten kommt man aber zum Ziele, wenn man sich folgenden Experimentes erinnert: man halte z. B. einen Finger beider Hände in gerader Linie vor die Augen, den der ersten Hand nahe, den der anderen weiter entfernt. Fixirt man den ersten, so erscheint der zweite doppelt, fixirt man den zweiten, so erscheint der erste doppelt, und zwar gehört das rechte Doppelbild hierbei dem linken Auge, im ersteren Falle aber dem rechten Auge an. Fixiren wir den fernen Finger, so wirft der nahe Finger sein Bild auf die linke Seite des linken und auf die rechte Seite des rechten Auges, und da wir die Bilder, die auf einer bestimmten Netzhautstelle entstehen, in der Richtung der Richtungslinien sehen, so ist es klar, daß das rechte Doppelbild dem linken Auge und das linke Doppelbild dem rechten Auge angehören muß. Fixiren wir den nahen Finger, so verhält sich die Sache umgekehrt. Beim Doppelsehen sehen wir das Object der Doppelbilder also nicht an der Stelle, wo es ist. Je größer der Abstand beider Finger ist, um so größer wird die Entfernung der Doppelbilder von einander, je näher sich beide Finger rücken, um so näher rücken die Doppelbilder des doppelt erscheinenden Fingers an einander, bis sie zuletzt zusammenfließen, wenn beide Finger in denselben Horopter treten.

In diesem physiologischen Satze finden wieder mehrere pathologische Erscheinungen ihre Erklärung, z. B. die Metamorphopsie. Weichen nämlich die Seharen nur um ein sehr Weniges von der normalen Stellung ab, so daß die Doppelbilder sich nicht vollständig von einander trennen, sondern sich noch theilweise decken, so bemerkt man häufig nicht deutlich, daß dies eine Erscheinung des Doppelsehens ist, und glaubt, die Objecte hätten eine andere Gestalt, wären verschoben, wobei sie oft, wegen der nicht constanten Neigung der Sehachsen, zu schwanken scheinen. Dieses Schwanken kommt daher, daß wir glauben, das Object bewege sich, wenn es ruht, aber unsere Augen gegen unseren Willen bewegt werden, denn so übertragen wir die Bewegungen unserer Augen auf das Object. Daher

kommt es auch, daß wir glauben, die Objecte bewegten sich, wenn sie uns plötzlich, z. B. beim Krampfe der Augenmuskeln, doppelt erscheinen.

Ist bei einer unrichtigen Stellung der Sehaxen oder der Meridiane mit Doppelsehen das eine Auge schwachsichtig, das andere gesund, so scheint dem Kranken, bei Bewegung der Augen und Ruhe der Objeete, das Doppelbild des kranken Auges sich zu bewegen, das des gesunden aber zu ruhen. In dem starksichtigen Auge erscheinen, wenn es gleich in seiner Höhle sich bewegt, die Gegenstände im objectiven Raume ruhend, weil seine Bewegung mit Bewußtsein und Willkür geschieht, und also nicht auf's Object übertragen wird; das schwachsichtige Auge hat aber gegen jenes nicht Selbstständigkeit genug, die Phantasie ist in demselben nicht mit hinreichender Stärke thätig, um seine Bilder an objectiven Orten zu fixiren; diese werden also mit seinen Bewegungen fortgeführt und auf die gleichnamigen Bilder des anderen Auges, die durch die schielende Bewegung aus ihrer Coincidenz getreten sind, in ihren räumlichen Verhältnissen bezogen. Wessen Augen gleiche Stärke haben, der wird bald die Bewegungen der Bilder des einen, bald die des anderen auf das andere beziehen können, je nachdem er den Moment des Bewußtseins in dem einen oder in dem anderen fixirt.

Ein Schielender, der doppelt sieht, ist sehr oft im Zweifel über die wahre Lage der Objecte, zumal wenn das Bild des schielenden Auges das des gesunden an Deutlichkeit erreicht, indem er die Objecte der Doppelbilder nicht an der Stelle sieht, an welcher sie sind. Davon unten mehr.

Um des einfachen und deutlichen Sehens willen ist eine harmonische Stellung der Sehaxen und der entsprechenden Meridiane beider Augen nothwendig. Diese kann aber nur durch eine harmonische Funktion der Augenmuskeln realisirt werden. Die harmonische Funktion der Augenmuskeln ist aber zum größten Theile die sekundäre nothwendige Folge der Identität der entsprechenden Stellen beider Netzhäute, und nicht das Resultat eines angebornen, in der eigenthümlichen Vertheilung der Nerven, oder in einem anderen anatomischen Verhältnisse liegenden Consensus derselben. Dieselben Muskeln treten unter einander, je nach dem Bedürfnisse, bald in einen Consensus, bald in einen Antagonismus; sie müssen stets so zusammenwirken, daß die Sehaxen sich immer auf einem Punkte des Objectes der Fixatur kreuzen, und daß die Netzhäute stets vertikal und horizontal orientirt werden. Schon beim neugebornen Kinde ist die Neigung vorhanden, seine Augen so zu stellen, daß es einfach und deutlich sehe, obgleich es, wegen Mangel an Uebung, noch nicht gelernt hat, seine Augen stets nach dem Bedürfnisse richtig zu stellen. Erblindet das Kind theilweise oder ganz, so gerathen die Augen in eine unstäte, unregelmäßige Bewegung, die erst geregelt wird, wenn das Sehvermögen wiederkehrt. Ein angeborner Consensus, bis zu einem gewissen Grade, zwischen dem Rect. intern. und extern. des einen und des anderen Auges, zwischen den Mm. superioribus beider Augen und den inferioribus läßt sich aber nicht ganz läugnen, indem vollkommen Blinde, oder Menschen, die mit Nystagmos behaftet sind, die Augen doch in der Richtung der genannten Muskeln bewegen. Bei diesen Bewegungen bleiben die Sehaxen der Blinden aber stets parallel. Der Consensus der beiden Recti interni ist also nicht angeboren, sondern richtet sich nach dem Bedürfnisse. Die beiden Recti externi sind auch keine constante Antagonisten, denn wenn die Sehaxen aus einer starken Converzenz in den Parallelismus übergehen sollen, so müssen beide

Recti externi sich gleichzeitig contrahiren. Die Unmöglichkeit bei den meisten Menschen, die Seharen willkürlich divergent zu stellen, hängt vielleicht zum Theil von der Organisation der Muskeln ab, nämlich davon, daß die beiden Obliqui wahrscheinlich unwillkürliche sind, vorzugsweise aber davon, daß diese Stellung der Seharen mit dem Zwecke des Sehens gänzlich contrastirt. Jener untergeordnete Consensus braucht, da er beim normalen Sehen nach Bedürfniß aufgehoben wird, dennoch keinen bestimmten organischen Grund zu haben, sondern er ist das Resultat der im ganzen Organismus herrschenden zweckmäßigen Einrichtung, die sich auch noch zeigt, wenn die Resultate dieser Einrichtung nicht mehr den erwünschten Erfolg haben, z. B. in den consensuellen Bewegungen eines schielenden Auges.

4. In Beziehung auf das Object der Fixation hat in demselben Moment immer nur die Sehare eines Auges eine unrichtige Stellung. Ein Schielen gleichzeitig mit beiden Augen kann es nicht geben, da ja immer, sobald irgend Etwas deutlich gesehen werden soll, eine der Axen nach dem zu betrachtenden Objecte gerichtet sein, also wenigstens ein Auge richtig stehen muß. Nichtsdestoweniger giebt es aber viele Schielende, welche häufig im Gebrauche des Auges wechseln und bald mit dem einen, bald mit dem anderen Auge schielen, oder welche nicht im Stande sind, anhaltend das Object mit dem fixirenden Auge anzuschauen. Diesen Zustand nennt man dann „Schielen mit beiden Augen.“ Unter denen, welche mit beiden Augen schielen, giebt es Manche, die nicht schielen, wenn sie ein Object von bestimmter Entfernung betrachten.

Beim Schielen des einen Auges tritt in vielen Fällen ein sekundäres Schielen des anderen Auges ein, und zwar in der Art, daß das Schielen, welches consensuell am ursprünglich gesunden Auge erscheint, sich stets in derselben Form wie das am ursprünglich schielenden Auge darstellt; ist ursprünglich Strabismus convergens vorhanden, so zeigt sich das Schielen am gesunden Auge wieder als Strabismus convergens. — Das Bedürfniß, durch eine harmonische Stellung der Seharen beider Augen identische Theilchen beider Netzhäute den Objecten zuzukehren, ist so dringend, daß ein Auge auch dann noch das Bestreben zeigt, sich der Stellung des gesunden Auges zu accommodiren, wenn es durch ein krankhaftes Uebergewicht eines oder mehrer Muskeln gezwungen ist, seiner Sehare eine Richtung zu geben, die mit der des gesunden Auges nicht correspondirt. Aus diesem Grunde macht das schielende Auge concomitirend alle Bewegungen des gesunden in einem geringeren Grade mit. Ist das kranke Auge aber nicht im Stande, sich der Stellung des gesunden Auges vollkommen zu accommodiren, so strebt das gesunde Auge in gewissen Fällen sich dem kranken zu accommodiren und dadurch den Gesichtsfehler auszugleichen. Dies gelingt aber meistens auch nicht völlig, und dadurch entsteht ein consensuelles Schielen.

III. Gesetze der Optik in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Von der größten Bedeutung für die Augenheilkunde sind die Katoptrik und die Dioptrik; sie dienen zur Aufklärung und richtigen Deutung der

mannigfaltigsten Krankheitserscheinungen und zur Feststellung einer passenden Behandlung.

1. Die Zurückwerfung oder Reflexion des Lichtes geschieht von festen, flüssigen und gasförmigen Körpern, und selbst die durchsichtigen Körper werfen einen Theil des Lichtes zurück. Daher spiegeln auch die durchsichtigen Medien des Auges. Die Zurückwerfung der Lichtstrahlen findet bei den undurchsichtigen Körpern auf der Oberfläche derselben Statt, und bei durchsichtigen auch von ihrem Innern, wenn irgend ein weniger durchsichtiger Theil der Materie darin enthalten ist, daher spiegelt z. B. das Auge stärker, wenn der Kern der Krystalllinse etwas verdunkelt ist.

Die Art der Zurückwerfung der auffallenden Lichtstrahlen hängt vornehmlich von der Beschaffenheit der Oberfläche ab, auf welche sie fallen. So werfen glatte Oberflächen die Strahlen, die auf sie fallen, in geometrisch bestimmbaren Richtungen zurück und erzeugen so ein getreues Bild des Objectes, während rauhe Oberflächen das Licht diffundiren, d. h. entweder dasselbe nach allen Richtungen zerstreuen oder in verschiedene größere und kleinere Bündel zertheilen, die den Eindruck des Funkelns erzeugen. Dies ist der Grund, weßhalb eine mit facettenartigen Unebenheiten versebene Cornea, wie es sich z. B. meistens bei dem Staphyloma corneae pellucidum findet, einen funkelnden Glanz und ein vorgehaltenes Licht in mehren undeutlichen Spiegelbildern zeigt.

Das Grundgesetz der Reflexion ist nun, daß der einfallende Strahl, das Einfallsloth und der reflectirte Strahl in einer Ebene, der Reflexionsebene, liegen, und daß das Einfallsloth den Winkel zwischen dem einfallenden und reflectirten Strahl halbirt. Einfalls- und Reflexionswinkel sind also gleich. Hieraus ergiebt sich, daß man, um das Bild eines leuchtenden Punktes in einem ebenen Spiegel zu finden, nur von dem leuchtenden Punkte ein Perpendikel auf den Spiegel oder seine Verlängerung zu fällen und dasselbe hinter der Spiegelebene um so viel zu verlängern hat, als der leuchtende Punkt vor dem Spiegel liegt. Wenn ein Lichtstrahl eine krumme Oberfläche in irgend einem Punkte trifft, so wird er gerade so reflectirt, als ob er die Berührungsebene dieses Punktes getroffen hätte. Deshalb erhält man bekanntlich durch einen Hohlspiegel von einem Gegenstande, welcher weiter vom Spiegel als der Mittelpunkt desselben entfernt ist, ein umgekehrtes verkleinertes Bild zwischen dem Mittelpunkte und dem Hauptbrennpunkte. Dagegen erhält man durch einen Convexspiegel aufrechtstehende verkleinerte Bilder hinter dem Spiegel. Diese Gesetze erklären die Erscheinungen des Purkinje-Sanson'schen Experimentes, welches für die Diagnose der Augenkrankheiten von der größten Wichtigkeit ist. Hält man nämlich vor ein mit klaren Medien versehenes Auge, dessen Pupille erweitert ist, ein brennendes Licht, so sieht man das Bild desselben dreimal im Auge. Das erste, deutlichste, größte steht aufrecht; das zweite, kleinere, hinter jenem befindliche verkehrt; das dritte, hinterste, schwache wieder aufrecht. Bewegt man das Licht vor dem Auge hin und her, so bewegt sich das mittelste, verkehrte in entgegengesetzter Richtung, während die beiden aufrechten dem Lichte folgen. Bewegt man das Licht im Kreise vor dem Auge herum, so bewegen sich alle drei Spiegelbilder zwar in demselben Sinn, aber so, daß das zweite, umgekehrte immer um die Hälfte des zurückgelegten Raumes zurück ist; es steht z. B. am unteren Rande der Pupille, während das erste und dritte schon am oberen, dem Lichte gegenüberstehen. Das erste ist ein Spiegel-

bild der Cornea, das zweite, umgekehrte ein Spiegelbild der hinteren, concaven Kapselwand, das dritte, aufrechtstehende ein Bild der vorderen, convexen Kapselwand. Ist nun die vordere Kapselwand durch Exsudate zum Spiegeln unfähig geworden, so sieht man nur das erste, aufrechte Bild; ist die Linse oder die hintere Kapselwand verdunkelt, so sieht man die beiden aufrechten Bilder; fehlt die vordere Kapselwand und die Linse, so sieht man das vordere, aufrechtstehende und das mittlere, umgekehrte Bild; dagegen alle drei Bilder, wenn die Trübung im Glaskörper oder noch tiefer liegt. Daß die Sache sich in der That so verhält, beweisen zahlreiche Experimente an gesunden und kranken Augen und am Ophthalmotrop.

2. In homogenen Medien und im luftleeren Raume verbreiten sich die Lichtstrahlen bekanntlich in gerader Richtung. Geht aber ein Lichtstrahl aus einem leeren Raume oder aus einem durchsichtigen Körper in einen anderen von verschiedener Dichtigkeit, so wird er von seinem ursprünglichen Wege abgelenkt, d. h. gebrochen, vorausgesetzt, daß der Lichtstrahl nicht senkrecht auf die Oberfläche des Körpers von anderer Dichtigkeit fällt. Ein Lichtstrahl wird dem Einfallsloth genähert, oder von demselben entfernt, je nachdem er aus einem schwächer in ein stärker brechendes Mittel übergeht, oder umgekehrt. Fällt ein Lichtstrahl durch ein mit einer gekrümmten Fläche versehenes Mittel, so verhält er sich ebenso, als träfe er auf eine ebene Fläche, welche die gekrümmte Fläche in dem Einfallspunkte tangental berührt. Es wird demnach der Lichtstrahl in dem Medium dem Einfallsloth zu gebrochen. Das Refractionsgesetz ist nun, daß der einfallende und der gebrochene Strahl mit dem Einfallsloth in einer Ebene, der Refractionsebene liegen, und daß die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels in einem constanten Verhältnisse, dem Brechungsverhältnisse, stehen. Diese Sätze liefern uns bei weiterer Analyse den Schlüssel zur Erklärung der verschiedensten Phänomene.

Es müssen hiernach z. B. die Lichtstrahlen, welche aus dem Brennpunkte einer Linse kommen, nach der Brechung durch dieselbe parallel in der athmosphärischen Luft fortgehen, und von einem Gegenstande, welcher in dem Brennpunkte liegt, kann uns deshalb kein bestimmtes Bild durch die Linse erscheinen. Aus diesem Grunde kann auch in der Norm von keinem Punkte der hinteren Wand der Augapfelhöhle ein bestimmtes Bild entstehen, auch wenn die des Menschen hinreichend erleuchtet wäre, indem diese Wand mehr oder weniger genau im Brennpunkte des Systems von brechenden Mitteln des Auges liegt. Wir sind daher nicht im Stande, selbst nicht bei erweiterter Pupille, die Eintrittsstelle des Nervus opticus, die Arter. centralis retinae, den gelben Fleck wahrzunehmen. Der Hintergrund des Auges erscheint uns, wie die verschieden gefärbte Wand einer dunkeln Kammer, bei enger Pupille oder wenigem Lichte schwarz, bei weiter Pupille und vielem Lichte gleichmäßig grau, ungeachtet der schwarzbraunen Farbe des Pigmentes und der gelben und rothen Farbe der übrigen Theile. Die Richtigkeit der Erklärung dieser Thatsache läßt sich durch einfache Experimente beweisen. Man tauche z. B. ein frisches Auge oder ein lebendiges Thier unter Wasser, und auf der Stelle erscheinen uns die im Hintergrunde des Auges liegenden Theile in ihrer natürlichen Farbe und Gestalt, weil der Brennpunkt der brechenden Medien nur dann auf die hintere Wand des Augengrundes fällt, wenn wir das Auge durch die Luft betrachten, das Wasser aber hat ein bedeutenderes Brechungsverhältniß

als die Luft, daher wird der Brennpunkt vor die hintere Wand fallen, wodurch uns die Gegenstände deutlicher erscheinen, gleich wie ein Kerzenlicht ein deutliches Bild in unser Auge schickt, wenn wir es vor oder hinter den Brennpunkt einer Linse stellen, und zwar im ersteren Falle ein umgekehrtes, im letzteren ein aufrechtes Bild. Aehnliche Resultate erzielt man, wenn man dem Auge die Linse nimmt, oder etwas von Humor aqueus ausfließen läßt, vorausgesetzt, daß die Pupille erweitert und der Hintergrund hinreichend erleuchtet ist. Bei erweiterter Pupille sehen wir daher bei Menschen, denen mit Glück der graue Staar operirt ist, den Hintergrund des Auges grau, die Eintrittsstelle des Nervus opticus gelblich, ohne daß wir deßhalb berechtigt wären, auf einen sonstigen abnormen Zustand zu schließen. Beim Pigmentmangel des Auges, ohne Verrückung des Brennpunktes, nehmen wir an den entsprechenden Theilen anfangs blos einen grauen, später, bei Zunahme des Mangels, selbst einen gelblichen, unbestimmt begrenzten Schein wahr, dennoch sind wir nicht im Stande, einzelne Theile, wie z. B. die Blutgefäße, zu erkennen. Wird aber die Retina durch Exsudate undurchsichtig und zugleich aus ihrer natürlichen Lage im Focus der brechenden Mittel weiter nach vorn getrieben, so erscheint uns der Hintergrund des Auges nicht bloß in einer veränderten, meistens gelben oder röthlichen Färbung, sondern wir erkennen auf ihm auch einzelne Theile, und zwar in umgekehrter Lage, um so deutlicher, je mehr die Exsudate nach vorn rücken. Die optischen Gesetze geben uns also ein Mittel an die Hand, die bloßen Farbenveränderungen von organischen Degenerationen z. B. von den Fungus medullaris, der Tuberculosis retinae, den Blutextravasaten, die mit Umfangszunahme verbunden sind, zu unterscheiden.

3. Durch Sammellinsen erhält man hinter der Linse verkehrte Bilder. Bild und Gegenstand sind gleich groß und stehen gleich weit von der Linse entfernt, wenn der Gegenstand um die doppelte Brennweite von der Linse steht, denn Bild und Gegenstand werden vom Mittelpunkt der Linse aus immer in demselben Winkel gesehen. Rückt der Gegenstand dem Glase näher, so entfernt sich das Bild und wird größer. Ist der Gegenstand weiter vom Glase entfernt als die doppelte Brennweite, so liegt das Bild näher und wird kleiner. Von entfernten Objecten erhält man also kleinere umgekehrte, von nahen Objecten große umgekehrte Bilder.

Die brechenden Mittel des Auges bilden ein System von Linsen, das so construirt ist, daß die von einem Objectpunkte ausgehenden Strahlen nur eine bestimmte Stelle der Netzhaut treffen, und daß von dieser Stelle die von anderen Punkten kommenden Lichtstrahlen abgehalten werden; auf diese Weise sind die verschiedenen Stellen der Netzhaut verschieden afficirt, und dadurch wird eine Unterscheidung möglich. Fehlen solche Lichtsondernde Apparate, so kann kein eigentliches Sehen, sondern nur eine Unterscheidung von Licht und Dunkel, von Tag und Nacht stattfinden; doch sind selbst für eine solche Lichtempfindung noch besondere Nervenapparate nothwendig. Diese Art der Lichtwahrnehmung kommt z. B. vor bei Menschen gleich nach der Staphylomoperation, wenn ihnen Cornea und Krystalllinse genommen sind.

Eine unvollkommene Art des Sehens kommt noch vor bei Augen ohne hinreichende sammelnde Medien, aber mit einer dunkeln Cornea, die mit einer kleinen Oeffnung versehen ist. Wenn man nämlich das von einem leuchtenden Punkte ausgehende Licht durch einen Schirm auffängt,

in welchem eine ganz kleine Oeffnung gemacht ist, so wird das durch die Oeffnung fallende Licht einen scharf begrenzten Lichtstrahl bilden; läßt man diesen Strahl auf einen zweiten Schirm fallen, so erhält man einen hellen Fleck auf dunkelm Grunde. Auf diese Weise erhält man in einem ganz dunkeln Zimmer auf einer Wand, welche der feinen Oeffnung im Laden gegenüber steht, ein Bild von jedem sich außerhalb befindlichen Punkte, welcher Lichtstrahlen durch die Oeffnung in's Zimmer sendet, und so entstehen auf der Wand verkehrte Bilder außerhalb befindlicher Gegenstände. Ein Beispiel dieser Art des Sehens habe ich bei einem Kranken beobachtet, dem früher bei der Staphylomoperation die Krystalllinse genommen und ein Stück aus der leukanatösen Hornhaut geschnitten war. Später bildete sich auf der Mitte der Hornhaut ein kleines, perforirendes Geschwür, durch welches der Kranke, so lange es bestand, helle Gegenstände schwach und undeutlich wahrnahm.

4. Um das hinter Sammellinsen erscheinende Bild mit möglichster Schärfe aufzufangen, muß alles seitliche, nicht dazu gehörige Licht abgehalten und jede Spiegelung der Fläche, auf welcher sich das Bild formirt, möglichst verhütet werden. Zu diesem Zwecke besitzt das Auge, gleich einer Camera obscura, ein schwarzbraunes Pigment. Augen, die zu wenig oder gar kein Pigment besitzen, werden daher leicht geblendet und sind lichtscheu.

5. Bekanntlich vereinigen sich diejenigen Lichtstrahlen, welche durch den Rand einer dioptrischen convexen Linse treten, früher, als die centralen Strahlen, welche mehr durch den mittleren Theil der Linse fallen. Die Centralstrahlen sind nun diejenigen, welche sich im Hauptbrennpunkte der Linse vereinigen und das deutlichste und schärfste Bild geben, während die Randstrahlen s. g. Zerstreuungskreise bilden, welche die Wahrnehmung des Hauptbildes stören. Die Erscheinung wird die sphärische Aberration genannt. Dieselbe ist um so stärker, je näher das leuchtende Object dem dioptrischen Medium liegt. Um die sphärische Aberration möglichst zu verhüten, bedient man sich in optischen Instrumenten der künstlichen Diaphragmen. Der Einfluß derselben auf die Deutlichkeit und Schärfe des Bildes hinter dioptrischen Medien kann auf's schönste am Ophthalmotrop nachgewiesen werden. Man stelle in einer mäßigen Entfernung ein Licht vor demselben auf und accommodire die künstlichen Augen für eine größere Entfernung, so wird das Licht in Form eines Zerstreuungskreises in denselben erscheinen. Jetzt halte man aber ein Kartenblatt, mit einem Löchelchen von der Größe eines Stecknadelkopfes, vor die Augen des Ophthalmotrops, so wird das Licht auf der Stelle schärfer und deutlicher erscheinen.

Die Stelle der künstlichen Diaphragmen in dioptrischen Instrumenten vertritt im natürlichen Auge die Regenbogenhaut mit ihrer Pupille. Die Regenbogenhaut deckt den Rand der Krystalllinse, und die Pupille verkleinert ihren Durchmesser beim Nahesehen, während sie ihn vergrößert beim Sehen in die Ferne. Wird nun in Folge einer Lähmung des Nervus oculomotorius die Iris unbeweglich und die Pupille erweitert, so sehen die Kranken mit freien Augen, auch wenn die Kraft der Retina unverletzt ist, bei einigermaßen hellem Lichte namentlich nahe Gegenstände schlechter, dagegen weit besser, wenn sie ein mit einem Löchelchen versehenes Kartenblatt vor das Auge halten. Ebenso verhält es sich bei der Irideremie. In diesem physikalischen Experiment besitzen wir demnach ein Mittel, zu beweisen, daß die genannte Störung der Sehfunction allein in der Krank-

heit der Regenbogenhaut und ihrer Nerven ihren Grund hat; denn wäre hier zugleich die Retina mit erkrankt, so würde das Vorhalten des Kartenblattes die Wahrnehmung nicht erleichtern.

6. Nach den Gesetzen der Dioptrik kann das auf der Netzhaut erscheinende Bild sich nur dann vollkommen rein und scharf darstellen, wenn die vom Objecte in das Auge fallenden Lichtstrahlen so gebrochen werden, daß die zu demselben Lichtkegel gehörigen auf einem Punkte der Retina sich schneiden. Fällt der Schneidepunkt vor oder hinter die Retina, so bilden sich Zerstreuungskreise, welche ein verwaschenes, undeutliches und selbst mit dioptrischen Farben vermischtes Bild geben. Solche Zerstreuungskreise entstehen, wenn das Object sich über eine gewisse Grenze, die bei verschiedenen Menschen verschieden ist, zu weit oder zu nahe vor dem Auge befindet. Diese Phänomene gewahrt man beim Scheiner'schen Versuche, nach Einträufelungen von Belladonna in's Auge, oder beim Betrachten eines nahen, aber etwas zur Seite vor das Auge gehaltenen Gegenstandes, während die Sehaxe auf ein fernes Object, z. B. auf ein Fensterkreuz gerichtet ist. Wendet man seine Aufmerksamkeit auf ein einige Fuß entferntes Kerzenlicht, während man das Auge für einen nahe vor dasselbe gehaltenen Gegenstand accommodirt, so entwirft das Licht mehrere verwaschene und etwas farbige Bilder, die von getrennten Zerstreuungskreisen abhängen. Diese getrennten Zerstreuungskreise beweisen, daß die brechenden Mittel unserer Augen nicht vollkommen regelmäßige Krümmungen haben, denn hätten sie die, so würde sich nur ein Zerstreuungskreis zeigen. Kurzsichtige sehen daher entfernte, hellleuchtende Gegenstände oft doppelt und mit dioptrischen Farben, was sie nicht thun, wenn sie eine für die Entfernung passende Brille aufsetzen. Kranke, welche an Amblyopia amaurotica leiden, bei denen mit dem Sinken der optischen Sensibilität zugleich eine Erweiterung der Pupille und Schwächung des Accomodationsvermögens eintritt, klagen häufig über Polyopie und Farbensehen, weil der Refractionszustand ihrer Augen sich nicht mehr nach der Entfernung der Objecte einzurichten vermag. Diese unter den genannten Umständen eintretenden anomalen Erscheinungen sind wohl zu unterscheiden von dem Vielfach- und Farbigsehen, welches durch partielle Verdunkelungen der dioptrischen Medien oder durch subjective Erregungen der Retina u. s. w. bewirkt wird. Menschen, deren eines Auge kurz- und deren anderes weitsichtig ist, sehen auch oft Farben, wenn sie sehr nahe oder ferne Gegenstände betrachten, weil dabei immer nur ein Auge für die Entfernung des Objectes accommodirt ist.

7. Da ein Object nur dann ein deutliches Bild, in welchem alle einzelnen Punkte, die Lichtstrahlen in's Auge schicken, als gesonderte wahrgenommen werden sollen, auf der Retina entwerfen kann, wenn die Vereinigungsweite der Lichtstrahlen genau auf die Oberfläche der Retina fällt, und da die Vereinigungsweite der Lichtstrahlen von fernen Gegenständen der Linse etwas näher, von näheren der Linse ferner liegt, so folgt daraus, daß zum deutlichen Sehen der Objecte von verschiedener Entfernung physikalische Veränderungen des Auges nothwendig sind, durch welche sein Refractionszustand der Entfernung der Objecte angepaßt wird. Die Fähigkeit des Auges, solche Veränderungen einzugehen, wird das Accommodationsvermögen genannt. Die Existenz dieses Vermögens ist bewiesen, obgleich die Ursachen desselben noch nicht vollkommen ergründet sind. Diese hat man in den Bewegungen der Iris, in der Verlängerung der Axe des

Auges durch die Muskeln, in den Veränderungen der Convexität der Hornhaut oder der Linse, in der Verrückung der Linse, in der eigenthümlichen Structur der Macula lutea gesucht.

Ein theoretischer Irrthum in der Wissenschaft ist stets, wenn er sich Geltung verschafft, von nachtheiligen Folgen für's Leben. Dies hat sich sehr auffallend bei der falschen Ansicht gezeigt, daß das Accommodationsvermögen von den Augenmuskeln abhänge. Noch in der neuesten Zeit nehmen viele, nicht von geläuterten physiologischen Ansichten geleitete Chirurgen die Durchschneidung einzelner oder mehrer Augenmuskeln vor, um, je nach ihren Ansichten, die Kurzsichtigkeit oder Weitsichtigkeit dadurch zu heilen. Der Eine durchschnitt nur zwei Muskeln, und der Erfolg war derselbe, als wenn alle vier geraden Muskeln durchschnitten wurden. Da die Durchschneidung der geraden Muskeln keinen wesentlichen Einfluß auf den Refractionszustand ausübte, so wandte man sich an die schiefen Muskeln, obgleich man aus der Physiologie hätte wissen sollen, daß auch diese die Kurzsichtigkeit nicht bedingen können. Ein Anderer durchschnitt den oberen schiefen Muskel, ein Dritter behauptete, der untere schiefe Muskel müsse durchschnitten werden, ein Vierter hat sogar den M. rectus internus, externus, obliquus inferior und superior durchschnitten. Wieder Andere wollten die Fernsichtigkeit durch die Durchschneidung der schiefen Augenmuskeln heilen. Diese groben Mißgriffe würden nicht gemacht worden sein, wenn die bezeichneten Chirurgen klarere physiologische Begriffe über die Ursache des Accommodationsvermögens besessen hätten. Da in den 6 Augenmuskeln nicht die Ursache des Accommodationsvermögens gesucht werden kann, so ist die pathologische Erscheinung erklärlich, daß Schwächungen des Accommodationsvermögens vorkommen, ohne daß die Muskeln dabei im geringsten afficirt sind, indem der Augapfel dabei noch mit derselben Schnelligkeit, Sicherheit und Kraft nach allen Richtungen bewegt und fixirt werden kann, z. B. nach Einträufelung von Belladonna, bei manchen Nervenfiebern, bei manchen Hypochondristen und Wöchnerinnen; daß in anderen Fällen mehrere Muskeln vollständig gelähmt oder durchschnitten sein können, ohne eine hervorstechende Beeinträchtigung des Accommodationsvermögens.

Von allen Hypothesen, welche zur Erklärung des Accommodationsvermögens aufgestellt sind, hat die, daß die in der tellerförmigen Grube etwas bewegliche Krystalllinse bei dem Nahesehen um ein Minimum vorrücke, theoretisch am wenigsten gegen sich. Aus dieser Hypothese erklärt sich auch der Umstand, daß nach der Entfernung der Krystalllinse das Accommodationsvermögen immer sehr geschwächt und meistens ganz aufgehoben ist; daß Anschwellungen des Ciliarkörpers und dadurch bewirkte Hervordrängung der Linse Kurzsichtigkeit verursachen; daß durch Einträufelung von Belladonna in das Auge nicht blos die Pupille erweitert, sondern auch das Accommodationsvermögen für nahe Objecte vermindert wird, weil mit der Iris auch das ihr so nahe verwandte Organ, das Corpus ciliare geschwächt wird; denn von der Erweiterung und Verengerung der Pupille hängt die Accommodation nicht ab. Ebenso wie die Belladonna, schwächt auch die Lähmung des dritten Hirnnerven, mit der eine mittlere Erweiterung der Pupille verbunden ist, den Ciliarkörper, ohne ihn vollständig zu lähmen, indem dieser Organtheil ohne Zweifel auch noch von anderen motorischen Nerven, vom Nerv. abducens, trochlearis und sym-

pathicus Aeste bekommt, welche die Accommodation in einem geringeren Grade noch zu vermitteln im Stande sind.

Obgleich der Durchmesser der Pupille bei Zunahme des Refractionsvermögens sich verkleinert, und sich vergrößert, wenn das Refractionsvermögen abnimmt, so kann man doch beweisen, daß die Aenderung des Durchmessers der Pupille das Accommodationsvermögen nicht vermittelt. Hinge das Accommodationsvermögen von der Aenderung des Durchmessers der Pupille ab, so wäre die Erscheinung unerklärlich, daß dem Auge noch die Fähigkeit, sich Objecten verschiedener Entfernung zu accommodiren, bleibt, wenn die Iris ganz fehlt, oder wenn der Durchmesser der Pupille wegen Verwachsung des Randes derselben mit der Nachbarschaft, oder wegen Lähmung des Nerv. oculomotorius unveränderlich ist.

Ungeachtet nun das Accommodationsvermögen nicht von der Wirkung der Augenmuskeln abzuleiten ist, so steht dieses doch mit den Bewegungen der Augen und namentlich mit der Neigung der Sehaxen in einem innigen, zum deutlichen und einfachen Sehen nothwendigen Verhältnisse, weßhalb die Convergenz der Sehaxen beim Betrachten naher Objecte größer sein muß, als beim Betrachten ferner. Erlangen nun durch irgend eine Ursache die inneren geraden Augenmuskeln, welche den Sehaxen die convergirende Richtung geben, ein materielles oder dynamisches Uebergewicht, so kann der Mensch nur nahe Gegenstände deutlich und einfach auf längere Zeit sehen, während er ferne Gegenstände entweder nur auf kurze Zeit deutlich und einfach oder gar nicht mehr zu erkennen vermag. Auf diese Weise gewöhnt er sich, nur nahe Objecte zu betrachten und vernachlässigt das Sehen in die Ferne, wodurch die Augen endlich bleibend einen Refractionszustand bekommen, der nahen Objecten entspricht. Hier müssen die inneren geraden Muskeln durchschnitten werden, dann gewinnen die äußeren Muskeln mehr Gewalt, so daß der Kranke wieder willkürlich und mit Leichtigkeit den Sehaxen eine Convergenz zu geben vermag, die fernen Objecten entspricht. Uebt sich der Kranke dann längere Zeit im Betrachten ferner Objecte, so ändert sich allmählig der Refractionszustand und paßt sich wieder fernen Objecten an. Umgekehrt verhält sich die Sache, wenn die äußeren geraden Muskeln das Uebergewicht gewinnen. Die genannten Fälle sind die einzigen, bei denen eine Muskeldurchschneidung wegen Kurz- oder Weitsichtigkeit von Nutzen sein kann.

8. Kurzsichtigkeit ist derjenige Zustand des Sehvermögens, bei dem nahe Gegenstände deutlich und scharf, ferne dagegen undeutlich oder gar nicht gesehen werden. Er wird durch eine Erhöhung des Refractionsvermögens hervorgebracht, d. h. durch eine solche physikalische Umänderung oder Stellung der brechenden Mittel des Auges, daß nur Lichtstrahlen naher Objecte zu einem Bilde auf der Netzhaut vereinigt werden, während die Bilder ferner Objecte vor der Netzhaut in den Glaskörper fallen und auf der Retina als Zerstreuungskreise erscheinen.

Als nächste Ursachen der Kurzsichtigkeit lehrt uns die Physiologie bis jetzt nur drei kennen, nämlich 1) den Krampf im Ciliarnervensystem, durch welchen ohne Zweifel eine Locomotion der Linse nach vorn hervorgebracht wird; 2) solche organische Umänderungen der brechenden Mittel, welche entweder die Dichtigkeit derselben vermehren, oder die optische Axe verlängern, wie z. B. Wassersucht der Augenkammern, Keratoconus; 3) organische Verkürzung oder Anschwellung des Ciliarkörpers und seiner Nachbarschaft, welche die Krystalllinse bleibend zu weit nach vorn drängen. In manchen

Fällen läßt sich die Kurzsichtigkeit durch therapeutische Mittel oder durch häufige Anstrengungen zum Sehen in die Ferne beseitigen oder mindern, da es aber aus physiologischen Gründen sehr wahrscheinlich ist, daß nur der Act der Accommodation für nahe Gegenstände activ, und der Zustand der Fernsichtigkeit der der Ruhe ist, so folgt daraus, daß eine schon einigermaßen eingewurzelte Kurzsichtigkeit, bei der die Fasern des Ciliarkörpers durch die lange Dauer der Contraction schon organisch verkürzt sind, nicht mehr durch Uebung gehoben werden kann, indem hier eine antagonistische Kraft fehlt, welche jene Verkürzung auf ähnliche Weise, wie es bei der Verkürzung einzelner Muskeln der Extremitäten durch antagonistische Muskeln geschieht, beseitigen könnte.

Der Winkel, welcher zwischen den im Kreuzungspunkte sich schneidenden Richtungslinien zweier Objectpunkte liegt, ist bekanntlich der Sehwinkel. Dieser Winkel wächst mit der Entfernung der Punkte des Objectes von einander, und da der Winkel zwischen den Richtungslinien vor und hinter dem Kreuzungspunkte sich gleich ist, so wächst auch mit dem Winkel vor und hinter dem Kreuzungspunkte die Entfernung der entsprechenden Punkte des Netzhautbildchens. Gegenstände verschiedener Entfernungen, welche gleichgroße Sehwinkel haben, müssen demnach auch gleichgroße Bilder auf der Netzhaut entwerfen, und ihr Bild muß, wenn sie zu demselben Sehwinkel gehören, dieselbe Stelle der Netzhaut einnehmen. Aus diesem Grunde können uns verschiedengroße Objecte, wenn wir sie in entsprechend verschiedenen Entfernungen wahrnehmen, von gleicher, und gleichgroße Gegenstände in verschiedener Entfernung von ungleicher Größe erscheinen, vorausgesetzt, daß wir andere Merkmale außer Acht lassen, die uns zur richtigen Schätzung der wahren Größe verhelfen. Der Kurzsichtige sieht daher kleine Gegenstände deutlicher als der Weitsichtige, weil dieselben in größerer Nähe gesehen, ihm unter einem viel größeren Gesichtswinkel erscheinen. Ebenso sieht der Kurzsichtige kleine Gegenstände bei einem schwachen Lichte deutlicher, als der Weitsichtige, weil ein Object, wenn es nahe gehalten wird, nach bekannten optischen Gesetzen, unter übrigens gleichen Umständen, mehr Licht in's Auge schickt, als wenn es fern vom Auge gehalten wird. Es liest daher der Kurzsichtige in der Dämmerung noch mit Leichtigkeit, wo der Weitsichtige gar nicht mehr zu lesen im Stande ist. Diese aus optischen Gesetzen leicht zu erörternden Thatsachen lassen sich durch Experimente am Ophthalmotrop sehr gut beweisen.

Kurzsichtige sehen helle, außerhalb ihrer Sehweite liegende Objecte oft doppelt, ja selbst vielfach, weil sich, wegen unregelmäßiger Krümmungen der brechenden Mittel, gesonderte Zerstreuungskreise auf der Retina bilden, die nur bei richtiger Accommodation ein einfaches, reines Bild geben.

Kurzsichtigkeit verbindet sich häufig mit Schielen und zwar vorzugsweise mit dem nach innen; hier ist aber in der Regel die Kurzsichtigkeit Folge der zu starken Convergenz der Sehaxen, denn obgleich der Refractionszustand sich nicht absolut nach der Neigung der Sehaxen richtet, so kann der mit beiden Augen convergirend Schielende doch nur nahe Gegenstände deutlich und einfach auf längere Zeit sehen, während er ferne Objecte entweder nur auf kurze Zeit deutlich und einfach oder gar nicht mehr zu erkennen vermag. Auf diese Weise wird der Schielende durch Gewöhnung kurzsichtig.

Richtete sich die Neigung der Sehaxen nur nach dem Refractionszustande, was, wie oben bemerkt, nicht der Fall ist, so müßte bei un-

gleicher Sehweite beider Augen stets Schielen eintreten. Da aber bei normaler Beschaffenheit der Muskeln und der Retina die Harmonie zwischen den entsprechenden Bewegungen beider Augen viel inniger ist, als zwischen dem Refractionszustande und der Stellung der Sehaxen, so wird die Richtung der Sehaxen durch einen ungleichen Refractionszustand beider Augen, wie die Erfahrung, gegen die Behauptung vieler Schriftsteller, lehrt, nicht irregulär. Einen directen Beweis für die aufgestellte Ansicht liefert die Heilung des Schielens bei ungleichem Accommodationsvermögen beider Augen durch die Operation.

9. Besitzt das Auge ein zu geringes Refractionsvermögen, so fällt das Bild naher Objecte hinter die Retina. Ist das Vermögen, die Augen für nahe Objecte einzurichten, sehr gering, so nennt man das Auge weitsichtig. Ein solches Auge kann übrigens vollkommen gesund sein, und man nennt es auch gesund, wenn der Grenzpunkt des deutlichen Sehens in der Nähe etwa in einer Entfernung von 20 – 60 Zoll vom Auge entfernt liegt. Liegt er weiter als 60 Zoll vom Auge entfernt, so kann dasselbe ebensowenig gesund genannt werden, als wenn es, wegen Lähmung des Accommodationsvermögens, nur auf sehr kurze Zeit im Stande ist, sich für nahe Objecte einzurichten. Der letztere Zustand wird Hebetudo visus genannt. Die bei dieser Krankheit vorkommenden Erscheinungen und ihre Heilungsmethode durch convex geschliffene, schwach bläuliche Gläser sind nur mit Hülfe einer genauen physiologischen Kenntniß des Accommodationsvermögens zu begreifen. Fehlt das Accommodationsvermögen gänzlich, so wird das Auge „übersichtig" genannt; es besitzt eine sehr geringe Brechungskraft und sieht dann weder nahe noch ferne Gegenstände deutlich. So verhält es sich z. B. bei einem am Staar operirten Auge. Das Sehen wird hier, aus bekannten physikalischen Gründen, durch convexe Brillen, deren Focaldistanz aber je nach der Entfernung der Objecte verschieden sein muß, bedeutend verbessert, so daß die an diesem Fehler Leidenden selbst zu lesen im Stande sind.

10. Gar nicht selten klagen Augenkranke über Doppel- und Vielfachsehen, welches nicht mit einer fehlerhaften Stellung der Sehaxen, oder mit einer unrichtigen Accommodation, sondern mit einer partiellen, facettirten Verdunkelung der Hornhaut, oder der Linse, oder ihrer Kapsel zusammenhängt. Diese Verdunkelung wirkt ganz auf dieselbe Weise auf die Lichtbündel sondernd, wie die Löchelchen im Kartenblatt beim Scheiner'schen Versuche. Sticht man nämlich in ein Kartenblatt zwei Löchelchen näher an einander, als die Pupille im Durchmesser beträgt, und sieht man durch diese Löchelchen gegen den hellen Himmel, so bemerkt man zwei lichte Kreise, welche theilweise sich decken, und da, wo sie sich decken, eine lichtere Stelle bedingen, als da, wo sie sich nicht decken. Betrachtet man nun ein Object (am besten eine Nadel) durch die Kartenlöcher so, daß sein Bild in der lichteren Stelle der Lichtkreise schwebt, so erscheint es in der Entfernung des deutlichen Sehens einfach, bei größerer Nähe oder größerer Ferne dagegen doppelt. Die Entstehung der Doppelbilder hängt damit zusammen, daß die Lichtstrahlen sich nur in der Entfernung des deutlichen Sehens auf der Retina vereinigen, während sie, wenn sie von zu nahen Objecten kommen, sich hinter der Retina, und wenn sie von zu fernen Objecten kommen, vor der Retina vereinigen und auf diese Weise Zerstreuungskreise auf die Retina werfen, welche als distincte, aber blasse Bilder erscheinen; denn die Löchelchen sind so klein, daß durch sie die übrigen

Zerstreuungskreise abgehalten werden. Wird ein zu naher Gegenstand betrachtet, so verschwindet, beim Zuhalten eines Loches im Kartenblatte, das Doppelbild der entgegengesetzten Seite, und beim Betrachten eines zu fernen Gegenstandes das derselben Seite. — Zum Beweise, daß die oben bezeichnete Vervielfältigung der Bilder in Krankheiten auf dieselbe Weise, wie es beim Scheiner'schen Versuche geschieht, veranlaßt werde, dient mir das Verschwinden der Doppelbilder derselben Seite, wenn man die Pupille zur Hälfte mit einem Kartenblatt verdeckt. Dieser physikalische Versuch liefert uns den Beweis, daß die Ursache des Doppelsehens mit einem Auge in einer Abnormität der brechenden Mittel liegt, und nicht, wie es früher geschah, in einer fehlerhaften, durchaus nicht zu definirenden Erregung der Retina zu suchen ist. Da ferner in diesem Versuche beim Verdecken der Pupille immer die Doppelbilder derselben Seite verschwinden, so liefert er uns auch einen neuen Beweis für die Ansicht, daß das Auge im Zustande der Ruhe ein Refractionsvermögen besitzt, welches nur fernen Objecten entspricht; daher sieht es nur ferne, hellleuchtende Gegenstände. In den Zustand der Unthätigkeit verfällt es wegen der großen Behinderung am Sehen durch die Verdunkelung der brechenden Medien.

11. Es giebt im lebendigen Auge eine Menge von Erscheinungen, welche von kleinen Objecten herrühren, z. B. vom Blut, von Aederchen und Körperchen, die sich in oder auf dem Auge selbst befinden, und die entweder das Licht anders brechen, als die normalen, durchsichtigen Medien, oder undurchsichtig sind und deßhalb unter gewissen Bedingungen Schatten auf die Retina werfen. Zwar ist vielfach, selbst von berühmten Augenärzten, behauptet worden, daß alle Gesichtserscheinungen, welche ohne entsprechende, vom Auge hinreichend entfernt liegende äußere Objecte auftreten, Producte einer physiologischen, oder krankhaft bildenden Thätigkeit der Netzhaut sein müßten, indem kein Auge kurzsichtig genug sei, d. h. keine so große Brechungskraft besitze, um die in oder auf dem Auge befindlichen Objecte zur Anschauung zu bringen; daher sähen Kranke die beginnende Cataracte, oder scharf begrenzte Hornhautflecken, oder Flocken, welche nach Staaroperationen im Humor aqueus herumschwimmen, nicht.

Dieser Satz, in der angegebenen Art hingestellt, findet auf die entoptischen Körper keine Anwendung, weil diese nicht dadurch zur Anschauung kommen, daß sie ein wirkliches Bild von sich, sondern unter gewissen Bedingungen einen Schatten auf die Retina werfen. Die Erscheinungen, welche von solchen Körperchen herrühren, bilden für Pathologie und Diagnostik einen höchst wichtigen Gegenstand, und liefern uns ein sprechendes Beispiel von der Wichtigkeit der physiologischen Optik für die Krankheitslehre, daher erlaube ich mir hier, etwas ausführlicher darauf einzugehen.

Hat das die Medien des Auges durchlaufende Licht in denselben eine passende convergente Richtung, wobei von jedem Punkte des Objectes ein Lichtkegel in das Auge fällt, dessen Spitze im leuchtenden Punkte und dessen Basis auf der Cornea liegt, und dem ein anderer Lichtkegel, dessen Basis ebenfalls auf der Cornea und dessen Spitze bei richtiger Adaption des Auges auf der Retina liegt, entspricht, so können Körperchen von großer Kleinheit im eigenen Auge nur gesehen werden, wenn sie nahe vor der Retina liegen; denn es giebt bekanntlich so viele Lichtkegel und es zeichnen sich auf der Retina so viele Punkte ab, als leuchtende Punkte eines Objectes Lichtstrahlen in's Auge schicken. Ein dunkler Fleck in der Hornhaut, oder in der Krystalllinse u. s. w., der kleiner ist als die Pupille, könnte daher

wohl den Durchtritt einiger Lichtstrahlen eines oder mehrerer dieser Lichtkegel hemmen, keineswegs aber einen Punkt des Gegenstandes gänzlich unsichtbar machen, d. h. einen Theil der Retina beschatten, indem die übrigen ungehindert durchtretenden Lichtstrahlen noch hinreichen, um ein vollständiges, nur etwas dunkleres Bild auf der Retina zu entwerfen. Liegen aber kleine, das Licht anders, als die normalen durchsichtigen Medien des Auges brechende, oder dunkle Körperchen in geringer Entfernung vor der Retina, so können diese eine unregelmäßige Brechung der Lichtstrahlen und dadurch Farbenerscheinungen im Auge hervorrufen, oder Schatten auf die Retina werfen und einzelne Stellen eines Objectes unsichtbar machen. Je näher der Retina das die Lichtstrahlen auffangende Körperchen liegt, um desto kleiner, schärfer begrenzt und dunkler wird der von ihnen geworfene Schatten sein, und je weiter von derselben entfernt es sich befindet, um desto größer, blasser und verwaschener wird der Schatten erscheinen.

Die von den gedachten Körperchen, von deren Natur ich in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie ausführlich gehandelt habe, herrührenden Erscheinungen sind unter dem Namen der Mouches volantes bekannt; sie zeigen sich unter mannigfaltigen Modificationen, obgleich sie alle auf wenige Grundformen zu reduciren sind. Ihre Grundform ist immer die kreisrunde und ihre Schattirung hängt von der Stärke des Lichtes ab; sie brechen das Licht in der Art, wie ein Wassertropfen unter dem Microscope, der mit einem dunkeln Rande und bei intensivem Lichte selbst mit diffractorischen Farbenringen umgeben erscheint, während die Mitte erleuchtet ist. Dieser dunkle Rand wirft dann einen Schatten auf die Retina, der bei manchen auch einen dunkeln Mittelpunkt zeigt. Der Schatten ist um so dunkler, je geringer die Lichtstärke ist.

Viele dieser Körperchen liegen zerstreut und einzeln, andere in unregelmäßigen Gruppen und in verschiedener Zahl neben einander, und scheinen durch feine Fädchen mit einander vereint zu sein. Andere reihen sich rosenkranzförmig an einander und bilden so Schnüre, die aber keine Seitenwände haben und in denen man die einzelnen kugelartigen Elemente noch deutlich unterscheidet. Diese Schnüre durchkreuzen sich oft vielfach mit einander und bilden knotenförmige Schlingen. Sie sind oft lang gestreckt, oft schlangen- oder knieförmig gebogen, und in dem Knie sieht man dann stets ein größeres Kügelchen. Bei manchen kommen auch Kügelchen vor mit einem oder zwei Schwänzen. Diese haben nach den davon entworfenen Zeichnungen eine große Aehnlichkeit mit Spermatozoen, besonders die mit einem Schwanze. Haben sie zwei Schwänze, so stehen sich dieselben diametral gegenüber. Diese geschwänzten Körperchen sind offenbar nichts Anderes, als einzelne Kügelchen, die sich von jenen gruppenförmig gelagerten und durch Fädchen mit einander verbundenen isolirt haben. Noch seltener kommen größere Kügelchen mit zwei bis drei dunkeln Kernen vor, die große Aehnlichkeit mit Epitheliumzellen der Zunge haben, deren Kerne durch Essigsäure sichtbar gemacht sind. Die eben beschriebenen Mouches volantes erscheinen alle unter den gehörigen Verhältnissen deutlich und mit scharf begrenzten Conturen. Hinter ihnen, bei aufrechtstehendem Kopfe, oder unter ihnen, bie gesenktem Kopfe, z. B. beim Blicke in ein Microscop, befindet sich eine zweite und selbst eine dritte Lage, deren einzelne Körperchen im Allgemeinen jene oben beschriebene Form haben, aber nebelförmig und mit verwaschenen Umrissen erscheinen. Die dritte Lage ist immer viel blasser und verwaschener als die zweite. Die erste Schicht erscheint deßhalb deut-

licher, weil sie der Retina um ein Weniges näher als die zweite und dritte liegt. Eine vierte Schicht habe ich nie mit Sicherheit wahrnehmen können, obgleich sie gewiß existirt, und mehre meiner Freunde sie zu sehen behaupteten. Die beschriebenen Charaktere dieser Erscheinungen kommen mit geringen Modificationen, nicht bloß unter verschiedenen Umständen und zu verschiedenen Zeiten, sondern auch bei verschiedenen gesunden und kranken Menschen vor. Sie bilden an und für sich keine pathologische Erscheinung und haben keine amaurotische Bedeutung.

Die Richtigkeit der Theorie von den angegebenen Erscheinungen können wir durch ein einfaches physikalisches Experiment mit meinem Ophthalmotrop beweisen; befestigt man nämlich unmittelbar auf dem Glase desselben, welches die Cornea vorstellt, vor und hinter der Linse, in verschiedenen Entfernungen von dem Glase, welches die Retina vorstellt, Schnüre von feinen, durchsichtigen Glasperlen, und richtet man dann das Ophthalmotrop gegen den hellen Himmel, so sieht man ganz dieselben Erscheinungen, wie die im eigenen Auge: nämlich nur die Perlen, welche ganz nahe vor der künstlichen Retina liegen, erscheinen in dunkeln, distincten Schatten, während die, welche weiter von der Retina entfernt liegen, größere, verwaschene, hellere Schatten bilden; die noch weiter entfernt liegenden kommen aber unter diesen Umständen gar nicht zur Wahrnehmung.

Dieselben physikalischen Grundsätze sind bei der Beurtheilung des Einflusses partieller Verdunkelungen der brechenden Mittel auf die Wahrnehmung der Objecte in Anwendung zu bringen, von dem die Pathologen meistens noch sehr irrige Ansichten haben und in vielen Fällen die Entstehung des Schielens, des Nystagmos u. s. w. ableiten.

Klebt man auf die Cornea des künstlichen Auges ein rundes Stück Papier von einem etwas geringerem Durchmesser, als der der Pupille ist, so werden trotzdem alle Objecte, auf welche das Auge gerichtet ist, deutlich und scharf auf dem Glase, welches die Retina vorstellt, erscheinen, und zwar nicht bloß die, welche zur Seite, sondern auch die, welche in der Richtung der optischen Achse, also in der des künstlichen Fleckes liegen. Auch das natürliche, mit einer Macula oder Cataracta centralis behaftete Auge sieht unter ähnlichen Verhältnissen alle im Sehfelde liegenden Objecte, aber am deutlichsten die, welche ihr Bild auf die Macula lutea werfen. Wollte aber das Auge, um einen in der Richtung der optischen Axe vor ihm liegenden Gegenstand deutlicher zu sehen, sich zur Seite wenden, so würde das Bild dennoch, obgleich es dadurch in seiner physikalischen Schärfe und Deutlichkeit weder etwas verlöre noch gewönne, von der Seele undeutlicher wahrgenommen werden, weil das die Aufmerksamkeit in Anspruch nehmende Object sein Bild auf einen seitlichen Theil der Retina würfe, von dem immer nur ein undeutliches Bild auf die Seele übertragen wird. Wäre hierbei das andere Auge gesund, und verharrte dasselbe in seiner directen Richtung, so müßte zugleich Doppelsehen entstehen, was die Wahrnehmung noch mehr stören würde. Es liegt hier also durchaus kein Grund zur Entstehung einer falschen Axenstellung der Augen vor. Ganz ebenso verhält es sich, wenn ein Leukom von der einen oder der anderen Seite die Hornhaut so weit überdeckt, daß nur ein kleiner Theil der Pupille frei bleibt, oder wenn der mittlere oder ein seitlicher Theil der Krystalllinse verdunkelt ist, was man leicht dadurch nachweisen kann, wenn man ein Stückchen Papier auf die entsprechenden Theile des Ophthalmotrops klebt. Befindet sich aber ein Leukom auf der Hornhaut, welches so groß ist, daß

es den ganzen Pupillarrand bedeckt, so wird durch keine Stellung des Auges eine nur einigermaßen deutliche Wahrnehmung der Objecte möglich werden. Verdunkelungen, welche unmittelbar hinter der Pupille sitzen, aber noch einen kleinen Theil derselben frei lassen, stören die Wahrnehmung der Objecte nur in der Art, daß sie das Bild im Ganzen etwas dunkler, aber keineswegs einen Theil des Objectes ganz unsichtbar machen. Auch hier hat die Stellung des Auges durchaus keinen Einfluß auf die physikalische Deutlichkeit und Helligkeit des Retinalbildes. Verdunkelungen im Hintergrunde des Auges stören um so mehr die Helligkeit und Deutlichkeit des Bildes der Objecte, je größer sie sind, und je näher sie vor der Retina liegen. Schon sehr kleine Verdunkelungen, die unmittelbar vor der Retina liegen, können, vorzüglich wenn sie in der optischen Axe liegen, den Zutritt aller Lichtstrahlen zur Retina, welche von einem Punkte, oder von ganzen Objecten in das Auge fallen, verhindern und dadurch einzelne Punkte oder ganze Objecte unsichtbar machen. Durch eine schiefe Stellung des Auges zu dem Objecte der Fixation wird auch hier nichts gewonnen, höchstens können die Objecte dadurch zur indirecten Anschauung gelangen, die aber immer eine sehr undeutliche Wahrnehmung gewährt. Einen ganz ähnlichen Einfluß üben partielle Lähmungen der Retina auf das Seh'en aus.

Aus obigen Angaben wird man den geringen Werth des in neuerer Zeit häufig gemachten Vorschlages entnehmen, bei ausgedehnten Verdunkelungen der Cornea auf der einen Seite den geraden Muskel der entgegengesetzten Seite zu durchschneiden, um dadurch dem Auge, zum Zwecke der deutlicheren Wahrnehmung der Objecte, eine zweckmäßigere Stellung zu geben. Ist man sich bei derartigen Verdunkelungen der Cornea über den etwaigen Erfolg einer solchen Operation nicht klar, so ahme man die vorhandene Verdunkelung der Cornea des natürlichen Auges durch Aufkleben von Papierstückchen auf die Cornea des künstlichen Auges des Ophthalmotrops nach, und gebe dann dem letzteren verschiedene Stellungen, um deren Einfluß auf die Verbesserung des Bildes auf der Retina zu beurtheilen. Hierdurch erlangt auch derjenige, dem die physikalischen Gründe nicht klar sind, stets sichere Anhaltspunkte für die Indicationen zu der gedachten Operation.

In dem Bisherigen war nur von solchen entoptischen Erscheinungen die Rede, welche zur Anschauung kommen, wenn die im Innern des Auges verlaufenden Lichtstrahlen ihren Vereinigungspunkt auf der Retina haben. Anders verhält sich die Sache, wenn der Vereinigungspunkt weit hinter der Retina liegt, oder wenn jene Lichtstrahlen parallel oder selbst divergent sind. Unter diesen Umständen kommen Zellen, Körperchen, Verdunkelungen und Blutgefäße, welche, obgleich von außerordentlicher Kleinheit, weiter von der Retina entfernt, im Glaskörper, oder in der Linse, oder im Humor aqueus, oder auf der Hornhaut liegen, zur subjectiven Anschauung.

Fällt in's Auge Licht, dessen Centrum in der Nähe der vorderen Brennpunktsebene liegt, so werden die im Innern des Auges verlaufenden Lichtstrahlen beinahe parallel sein. Liegt der leuchtende Punkt in geringer Entfernung von der vorderen Focalebene, so erhalten die inneren Strahlen eine geringe Convergenz, und das Centrum, oder der reelle Vereinigungspunkt, liegt in beträchtlicher Entfernung hinter dem Auge. Befindet sich der leuchtende Punkt nahe hinter der vorderen Focalebene, so erhalten die inneren Strahlen eine geringe Divergenz, und das Centrum, oder der virtuelle Vereinigungspunkt, liegt in größerer Entfernung vor dem Auge.

Diese Entfernung wird unendlich groß, oder das die Medien des Auges durchlaufende Licht wird parallel, wenn der leuchtende Punkt vor dem Auge in der vorderen Brennpunktsebene selbst liegt.

Es stehen verschiedene Mittel zu Gebote, Licht von beträchtlicher Vereinigungsweite im Innern des Auges zu erzeugen. Die in die Nähe der vorderen Brennpunktsebene zu bringende Lichtquelle kann in einer sehr feinen Oeffnung eines 1 oder $1\frac{1}{2}$ Centimeter vor die Vorderfläche der Hornhaut gehaltenen Schirmes bestehen, welche Licht von möglichst gleicher Intensität und Farbe von einem hinreichend ausgedehnten, hellen Hintergrunde durchläßt. Zum Schirm dient jeder dunkelfarbige Carton, oder auch ein gewöhnliches Kartenblatt. Die Oeffnung kann mittelst einer feinen Nähnadel gemacht werden. Als Hintergrund dient bei Tage der blaue oder gleichmäßig bewölkte Himmel, eine weiße, von der Sonne beleuchtete Wand oder Papierfläche, Abends jeder helle, die Lichtstrahlen diffundirende Lichtschirm. Man kann ferner jedes reelle oder virtuelle, sowohl dioptrisch oder katoptrisch erzeugte, sehr verkleinerte Bild eines leuchtenden Gegenstandes von geringer Ausdehnung auf dunkelm Hintergrunde in die erforderliche Nähe vor das Auge bringen. So läßt sich z. B. das kleine virtuelle Spiegelbild einer Lichtflamme auf einer stark convexen Stelle der glatten Oberfläche eines Fingerringes hierzu benutzen. Ganz ähnlich wirken Abnormitäten der Cornea, der Iris, welche dem Lichte nur eine sehr kleine Oeffnung übrig lassen; daher haben Kranke, welche mit derartigen Augenfehlern behaftet sind, ganz ähnliche entoptische Erscheinungen, wie Gesunde, welche die obigen künstlichen Mittel anwenden. Das Studium dieser Erscheinungen ist daher von besonderer Wichtigkeit für die Pathologie.

Im nahezu parallelen Lichte sehen wir a) ein mäßig erleuchtetes, fast kreisförmiges Feld, den seiner Form nach durch die Pupille bestimmten, sogenannten Zerstreuungskreis. Hat dieser Zerstreuungskreis eine auffallende Abweichung von der Kreisform, ein sehr eckiges, buchtiges Ansehen, oder ragen einzelne dunkle Streifen tiefer in sein Feld hinein, so rührt dies von Abnormitäten des Pupillarrandes her, die oft, wenn sie nicht allzubedeutend sind, ohne dieses physikalische Hülfsmittel nicht mit Sicherheit zu diagnosticiren sind. Wie wichtig eine solche Diagnose für die Pathologie und Therapie ist, weiß ein jeder Ophthalmologe. Uebrigens braucht hier wol kaum bemerkt zu werden, daß wir unsere Pupille in umgekehrter Lage, d. h. in ihrer Ebene um 180° gedreht, im Horopter sehen; demnach befinden sich Abnormitäten, die wir am oberen Rande des Zerstreuungskreises bemerken, am unteren Rande der Pupille.

In manchen Fällen wird es dem Beobachter sehr schwer, den Wechsel in der Größe der Pupille an kranken Augen wahrzunehmen. Ist aber noch irgend ein Minimum eines solchen Wechsels vorhanden, so erkennt dieses der Kranke selbst leicht, wenn er einigermaßen Geschick hat, entoptisch an den Veränderungen in der Angulargröße des Zerstreuungskreises. Man benutzt hier nämlich am zweckmäßigsten die consensuelle Reflexbewegung der Iris, welche durch den Einfluß des Lichtwechsels auf das andere Auge verursacht wird. Oeffnet man nämlich das vorher geschlossene andere gesunde Auge plötzlich, während das Individuum den Schirm mit dem Löchelchen vor das zu prüfende Auge in passender Entfernung hält, so nimmt es die etwa entstehende Verengerung der Pupille wahr, und auf das Schließen des anderen Auges erfolgt alsbald eine Erweiterung. Um bei diesem Experiment zu einem richtigen Resultate zu gelangen, ist es

dringend nothwendig, daß Kopf und Schirm möglichst ruhig gehalten werden. Es wird nämlich der Zerstreuungskreis größer oder kleiner, wenn durch geringe Versetzungen der Lichtquelle diesseits oder jenseits der vorderen Brennpunktsebene das Licht im Auge divergent oder convergent wird, welches vorher vielleicht nahezu parallel war.

b) Bemerkt man die oben beschriebenen Mouches volantes in großer Zahl.

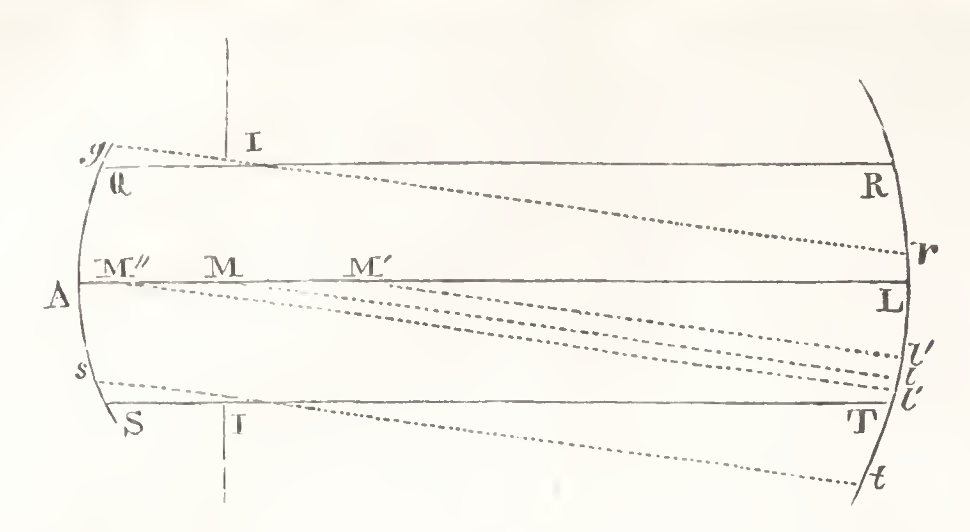
c) Nimmt man häufig beim Blinzeln kleine, durchsichtige Körperchen wahr, die wie Wassertröpfchen im Zerstreuungsfelde herabzugleiten scheinen. Sie entstehen durch capillare Anhäufung der feuchten Schicht rings um und auf einzelnen Schleimklümpchen oder mechanisch eingemischten, fremdartigen, feinen Körperchen, Staubtheilchen u. dgl. Die auf der Cornea so entstehenden localen, menisensartigen Erhöhungen wirken wie kleine Sammellinsen im Sonnenschein und geben im beleuchteten Theil auf der Retina ein nahezu deutliches und umgekehrtes Bild der Lichtquelle inmitten eines schattigen Raumes, welcher der Ausdehnung der kleinen Ungleichheit entspricht. Bei einem Schirm mit dreieckiger Oeffnung (wie man sie leicht mit einer Zirkelspitze sticht) erscheint jeder Tropfen mit einer dreieckigen, centralen Lichtfigur in gleicher Stellung, wie die Oeffnung, und ebenso werden zwei oder drei kleine, sehr nahe stehende Oeffnungen von jedem Tropfen in aufrechter Stellung wiederholt, woraus die verkehrte Stellung der auf der Retina liegenden Bilder folgt. Die Bewegung nach unten aber rührt von einer wirklich nach oben gehenden Bewegung her, die das aufwärts gezogene Augenlied, unter wesentlicher Mitwirkung der Viscosität des schleimigen Theiles des Ueberzuges, verursacht. Der sehr bewegliche, flüssige Ueberzug der Vorderfläche des Augapfels, der bei jedem Augenliedschlage gleichsam neu geweckt wird, und aus den, ihrem Viscositätsgrade nach sehr verschiedenen, Secreten der Bindehaut, der Meibon'schen Drüsen in den Liedern, der Ciliar-Haarbälge und der Thränendrüse zusammengesetzt ist, bietet je nach den verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen der Theile große Verschiedenheiten dar, und so dürfte die entoptische Beobachtung dieses Befeuchtungsmechanismus, bei weiterer Verfolgung, sowohl für den Physiologen als für den Arzt nützlich werden.

d) Bemerkt man bei dem angegebenen Experiment die durch mechanischen Druck des Augapfels kraus gewordene Vorderfläche der Hornhaut. Wenn das Auge vor der Beobachtung eine Zeit lang geschlossen und von vorn gedrückt oder gerieben worden ist, so zeigt das ganze Zerstreungsfeld, außer den bisher betrachteten, schneller wechselnden Erscheinungen, eine ziemlich gleichförmig vertheilte Verschleierung von größeren und unbestimmt begrenzten, dunkelen Flecken und Linien, welche bald ein gestreiftes, bald ein netzartiges oder wolliges Ansehen darbieten. Während der Bewegung der Augenaxe behalten die Bestandtheile dieses grobmaschigen Gewebes ihre gegenseitige Lage und verschieben sich dabei merklich im Zerstreuungskreise nach einer der Bewegung des Visirpunktes entgegengesetzten Richtung. Wir erkennen darin die durch den äußeren Druck an der convexen Oberfläche der Cornea verursachten Unebenheiten, welche sich durch wesentliche Modificationen der an dieser Grenzfläche stattfindenden Refraction entoptisch kundgeben. In Fällen, wo abgegrenzte, im Zerstreuungsfelde erscheinende Theile der Hornhaut verschiedene Grade der Biegsamkeit und Geschmeidigkeit besitzen, kann diese Beschaffenheit durch die eigenthümliche Verschiedenheit in der Zeichnung ganzer Theile des Gewebes erkennbar werden. Die stärkeren Flexuositäten deuten auf eine größere Geschmeidigkeit der betreffen-

den Stellen der Hornhaut. Da nun beim Uebergange der Lichtstrahlen von der Luft in die Hornhaut die Diffraction in der Hornhaut stärker als in allen übrigen brechenden Mitteln des Auges ist, und eine größere Festigkeit der Hornhaut unter übrigens gleichen Umständen die Brechungskraft derselben erhöhen muß, so wäre es möglich, daß Versuche an kurzsichtigen Augen eine geringere Flexuosität nachweisen. Wäre dies der Fall, so könnte darin vielleicht der Umstand seine Erklärung finden, daß manche Augen nach einer glücklich überstandenen Entzündung der Hornhaut oft auf längere Zeit, oder für immer kurzsichtig bleiben, indem durch eine Entzündung die Flexuosität der Theile oft wesentlich beeinträchtigt wird.

Außer den bisher genannten, in jedem Auge vorkommenden, veränderlichen entoptischen Erscheinungen giebt es nun noch mehre, die nur in wenigen Augen, vermöge besonderer Eigenthümlichkeiten oder pathologischer Zustände, vorkommen. Es sind dahin namentlich die Fälle zu rechnen, in denen sich in der wässerigen Feuchtigkeit filamentöse, membranöse oder sonstig gestaltete organische Gebilde, Rudimente, Entozoom u. dgl. befinden, welche in der vorderen Augenkammer ganz frei, oder nur theilweise an der Wandung haftend, herumschwimmen, und durch mechanische Einwirkungen, wie Wendung des Auges, Erschütterung des Kopfes, zufällig in den wirksamen Strahlencylinder treten, und so, wenn sie diaphan sind, durch Verschiedenheit ihres Brechungsverhältnisses von dem der umgebenden Flüssigkeit, oder aber durch eigenthümliche Färbung und Opacität entoptisch wahrnehmbar werden. Solche in der wässerigen Feuchtigkeit flottirende Körper werden alsdann Scotome verursachen, die sich von den oben beschriebenen gewöhnlichen Mouches volantes sowohl durch Form und Beweglichkeit, als vorzüglich durch einen hohen Grad von Undeutlichkeit bei gewöhnlichem Sehen unterscheiden. Einen derartigen Fall habe ich in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie S. 154. mitgetheilt.

e) Die meisten Augen nehmen noch verschiedene beharrliche Gegenstände im Zerstreuungsfelde wahr, welche in mehrfacher Hinsicht bei verschiedenen Augen große Verschiedenheiten darbieten. Wegen der Frequenz und der Mannigfaltigkeit der in jedem Auge wahrnehmbaren veränderlichen Erscheinungen ist zur Entdeckung beharrlicher Binnenobjecte des Auges zuvörderst eine länger fortgesetzte und öfter wiederholte Beobachtung erforderlich, denn nur dadurch wird es gelingen, das Bewegliche und Wandelbare von dem Bleibenden gehörig zu unterscheiden und abzusondern. Hat sich der Beobachter erst mit den constanten entoptischen Schattenbildern bekannt gemacht, so wird er auch bald im Stande sein, unter Berücksichtigung der nachfolgenden physikalischen Erörterungen, die Stelle der gesehenen Objecte oder einzelner Theile derselben näher zu bestimmen. Befinden sich an bestimmten Orten im Auge auf dem Wege, welchen die zu einem System nahezu parallelen Strahlen durchlaufen, undurchsichtige Körper oder solche durchsichtige, deren Brechungsinder von dem des benachbarten Mediums verschieden ist, so müssen solche Körper auf bekannte Weise durch Schlagschatten, oder durch partielle Ablenkung der Strahlen im Auge wahrnehmbar werden. Es stelle die beistehende Figur in einem verticalen Durchschnitt des Auges Q. A. S. die erste Grenzfläche, I. P. die Pupille, R. L. T. die Retina und A. L. die Axe vor. Setzen wir zuvörderst die Lichtquelle in den vorderen Brennpunkt, so wird, bei concentrischer Diaphragmaöffnung, der Visirpunkt in der Mitte des Zerstreuungskreises liegen, und alle inneren Strahlen werden mit der Axe parallel gehen.



Q. R. und S. T. sind hier die Grenzstrahlen des zur Axe parallelen inneren Lichtes. Nehmen wir auf der Axe drei Oerter, M, M′, M″, an, auf welcher sich schattenwerfende Körper befinden, der erste in der Ebene des Diaphragmas, der zweite vor, der dritte hinter derselben, so werden in dieser Stellung des Auges die drei opaken Körper nur einen Schatten in die Mitte L. des auf der Retina liegenden beleuchteten Feldes R. T. werfen, und entoptisch als ein einziges Object in der Mitte des Zerstreuungskreises erscheinen. Sind ferner in einer anderen Stellung, z. B. bei der Richtung der optischen Axe nach unten g. r. und s. t. die Grenzstrahlen, so werden nunmehr die drei Körper M, M′, M″ drei verschiedene Schattenstellen, l, l′, l″, auf die Retina werfen, und somit jetzt getrennt erscheinen. Ein Blick auf die Figur (unter Berücksichtigung der verkehrten Lage der Netzhautbilder) läßt leicht erkennen, daß in beiden Stellungen der Körper M. in der Mitte des Zerstreuungskreises erscheint, die beiden anderen aber beim Uebergange aus der ersten in die zweite Stellung eine Versetzung im Zerstreuungskreise, M′ nach oben und M″ nach unten, erleiden. Diese Ortsänderungen würden bei aufwärts gehender Bewegung des Visirpunktes die entgegengesetzten sein. Aehnliche Schlüsse gelten für solche Objecte, welche nicht in der Axe liegen. Es ergiebt sich hieraus, daß die beharrlichen Binnenobjecte, je nach der Entfernung von der Ebene des Diaphragmas, Veränderungen in ihrer scheinbaren Lage unter sich und gegen den Zerstreuungskreis durch die Bewegung des Visirpunktes erleiden, daß nämlich alle hinter der Pupille befindlichen Objecte eine mit den Bewegungen des Visirpunktes gleichsinnige, alle vor der Pupille stehenden aber eine entgegengesetzte Bewegung im Zerstreuungskreise zeigen, und daß nur Objecte in der Ebene der Pupille von diesem Einflusse frei sind. Derselbe ist um so größer, je weiter nach der einen oder der anderen Seite von der Ebene der Pupille die Körperchen entfernt sind.

Die beharrlichen Binnenobjecte bieten nur einen quantitativen Unterschied, also keine scharfe Grenze zwischen normaler und abnormer Beschaffenheit dar. Die Vergleichung derselben aber mit nur in größerem Maße eintretenden, und daher von außen objectiv am Auge wahrnehmbaren Verdunkelungsformen, wie sie bei vielen Krankheiten der Hornhaut, der Linse, des Glaskörpers vorkommen, ist geeignet, den allmähligen Uebergang zwischen normalen und pathologischen Zuständen des Linsensystems durch die angegebene entoptische Beobachtung zu erläutern; so zeigen namentlich sehr viele Staarformen, besonders die stern- und punktförmigen, abgesehen von dem höheren Grade der Opacität und Ausdehnung, auffallende Aehnlichkeit mit den beharrlichen entoptischen Erscheinungen gesunder Augen.

Beim ersten Beginn der cataractösen Trübung, wo der Kranke noch wenig oder gar nicht im Sehen beeinträchtigt wird, vermögen wir auf die angegebene Weise dem Kranken die widernatürlichen Trübungen zur subjectiven Anschauung zu bringen. Sie werden unter dem angegebenen Experiment schon früher von Kranken wahrgenommen, als es möglich ist, sie von außen objectiv zu erkennen. Auf diese Weise sind wir demnach nicht allein im Stande, die gradweise Ausbildung der Trübung zu verfolgen, sondern auch eine sichere Diagnose zwischen der beginnenden Trübung der brechenden Mittel und der Amblyopia amaurotica zu stellen.

Bei weitem in den meisten Augen finden sich Stellen in den brechenden Medien vor, welche den regelmäßigen Gang einer geringeren oder größeren Menge von Lichtstrahlen stören. Der Nachtheil, der bei gesunden Augen aus dieser Eigenthümlichkeit für die gewöhnliche Sehfunction erwächst, wo sich die regelmäßig verlaufenden Lichtstrahlen in ganz scharfen oder nahezu scharfen Bildern auf der Netzhaut vereinigen, ist ebensowenig merklich, als wenn sich im Objectivglas eines Fernrohres kleine, partielle Trübungen oder Luftbläschen befinden. Sobald aber die Menge des in dieser Weise absorbirten oder perturbirten Lichtes gegen die des unversehrten in ein erhebliches Verhältniß tritt, so wird daraus unfehlbar eine merkliche Beeinträchtigung erwachsen.

Die beharrlichen Binnenobjecte stellen sich nun auf dem florartigen Hintergrunde des Zerstreuungskreises in sehr verschiedenen Zeichnungen dar. Die von der Cornea herrührenden Erscheinungen, als dunkle Flecken, Streifen, helle Lichtzellen, geben sich entoptisch dadurch zu erkennen, daß sie eine merkliche Bewegung zeigen, die der des Visirpunktes entgegengesetzt ist. Alle diejenigen, welche weder unter einander, noch gegen eine bestimmte Stelle des Zerstreuungskreises erkennbare Verschiebungen in Folge der Bewegungen des Visirpunktes erleiden, müssen entweder der vorderen Kapselmembran, oder der Vorderseite der Linse zugezählt werden. Weiter nach hinten, also im Innern der Linse oder an der hintern Kapsel liegende beharrliche Binnenobjecte sind bis jetzt nicht entoptisch beobachtet. Jedoch werden sie bei beginnenden Kapselstaaren und Trübungen des Glaskörpers gewiß zu beobachten sein. Sie würden sich, ähnlich den Mouches volantes, durch eine merkliche Bewegung erkennen lassen, welche mit der des Visirpunktes gleichnamig ist. — Im vorderen Linsenapparate sind bis jetzt verschiedene beharrliche Binnenobjecte nachgewiesen, und zwar a) Perlflecken oder runde Scheibchen, die immer hell, meist mit scharfem, dunkelm Rande versehen sind. b) Dunkle Flecken, die sich von den Perlflecken nicht bloß durch den Mangel eines hellen Kerns, sondern auch durch die größere Mannigfaltigkeit in der Gestalt unterscheiden. c) Lichte Streifen. Diese bilden meist eine Art dendritischer Figur, mit einem mehr oder weniger ausgesprochenen Centrum. d) Dunkle Linien, welche sich von den lichten Streifen nicht nur durch dunkles Ansehen, sondern auch durch geringere Breite, mindere Deutlichkeit und mehr geradlinigen Verlauf unterscheiden.

Die Ansicht, daß die in den meisten gesunden Augen vorkommende Lichtstreifenfigur das Bild eines durchsichtigen, nabelförmigen Gebildes mit nath- und wulstähnlichen Zweigen in der vorderen Kapselmembran sei, herrührend von der im Focalzustande erfolgenden Trennung dieses Kapseltheiles von der Innenseite der Hornhaut, muß ihre Bestätigung oder Widerlegung erst in ferneren, zu diesem Zweck anzustellenden, anatomischen Beobachtungen dieses Organs finden. Von den anderen Arten, den hellen

und dunkeln Flecken, sowie den dunkeln Linien (welche ebenfalls in den meisten gesunden Augen gefunden werden) darf man aus mehren Indicien schließen, daß sich durchsichtige Zellen, welche die Erscheinung von hellen Flecken bedingen, unter der vorderen Kapsel ausgesondert haben; daß ferner durch cataractähnliche, stellenweise gebildete Verdunkelungen beider Organe, der Kapsel und der Linse, die dunkeln Flecken entstehen können, die alsdann häufig im nahen Zusammenhange einerseits mit der gedachten Vernarbung in der Kapselmembran, andererseits mit der organischen Structur der Linsenschichten stehen mögen; daß endlich die dunkeln Linien der entoptische Ausdruck von Spalt- oder Absonderungsrichtungen sein können, welche in der Kapsel mit der Art des Schlusses und der Vernarbung bei ihrer Ablösung von der Hornhaut, in der Linse mit ihren sectorförmigen Bestandtheilen in anatomischer Beziehung stehen. Auch darf hier auf den möglichen Zusammenhang der bei den bisherigen Beobachtungen durchgängig objectivlos befundenen Membran der hinteren Kapsel mit der Seltenheit sogenannter hinterer Kapselstaare aufmerksam gemacht werden. Genaue Abbildungen und ausführliche Beschreibungen der beharrlichen Binnenobjecte findet man in Listing's Beitrag zur physiologischen Optik, siehe Göttinger Studien. 1845.

12. Fährt man in einem sonst dunkeln Raume mit einem Kerzenlicht nahe vor dem für die Ferne adaptirten Auge hin und her, oder führt man Bewegungen im Kreise mit dem Lichte vor dem Auge aus, so wird das Innere des Auges ziemlich gleichmäßig von nahezu parallelem Lichte erleuchtet, und es kommt nach einiger Zeit eine dunkle, baumartige, ästige Figur, welche ihre feinen Aeste über das ganze Sehfeld ausbreitet, zur subjectigen Anschauung. Diese Figur ist offenbar nichts weiter, als das Abbild der vasa centralia auf der Retina. Genaue Abbildungen davon habe ich in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie, Seite 140 und 141, gegeben. Diese Figuren entstehen auf folgende Weise: Durch das Hin- und Herfahren des Kerzenlichtes wird auf dem ganzen Umfange der Retina Licht verbreitet, und alle Stellen der Retina, welche nicht von den Centralgefäßen unmittelbar bedeckt sind, werden matt erhellt, die von den Gefäßen bedeckten Stellen der Retina hingegen können nicht erhellt werden, und erscheinen daher dunkel als schwärzliche Bäume.

Eine andere Methode, die Aderfigur in größter Deutlichkeit darzustellen, ist folgende: Man nehme ein geschwärztes Papier, mache eine runde Oeffnung von 1—2 Millimeter Durchmesser in dasselbe, richte den Blick, die Oeffnung nahe vor dem Auge haltend, gegen den hellen Himmel und bewege das Papier etwas hin und her. Die Aderfigur pflegt dann schnell in der schönsten und reichsten Gestalt zum Vorschein zu kommen.

Zum Beweise, wie wichtig die Beachtung solcher physiologischer Phänomene für die Pathologie ist, will ich nur daran erinnern, daß auch unter gewissen pathologischen Bedingungen die Aeste der vasa centralia retinae, ganz so, wie beim Purkinje'schen Experiment, zur subjectiven Anschauung gelangen können. Ist nämlich die Pupille ziemlich eng und unbeweglich, die vordere Kapselwand durch Exsudate halb durchsichtig, etwa wie ein transparentes Papier, so scheint dem Kranken beim Sonnenschein das Auge wie in einem Lichtmeere zu schwimmen. Es rührt dies offenbar davon her, daß die transparente, verdunkelte vordere Kapselwand von der Sonne erleuchtet wird, und nun gleichsam eine selbst leuchtende Fläche im Auge bildet, die das Licht nach allen Seiten hin unregelmäßig vertheilt, und dadurch die ganze innere Augenkugel gleichmäßig erleuchtet, während

bei einem gesunden Auge die in dasselbe fallenden Lichtstrahlen nach einem Punkte der Retina hin gebrochen werden, und so ein bestimmt begrenztes, regelmäßiges, dem Bedürfnisse des Auges entsprechendes Bild formiren. Die verdunkelte, transparente Kapselwand verhält sich hier ähnlich wie eine Lampenkuppel, die auch, wenn unter ihr eine Flamme brennt, als ein selbstleuchtender Körper erscheint. Die ähnlich erleuchtete Linsenkapsel zerstreut dann das Licht unregelmäßig nach allen Seiten, so daß die durch die Linse und den Glaskörper fallenden Lichtstrahlen eine parallele oder selbst divergente Richtung bekommen, ebenso als wenn man ein Kerzenlicht ganz nahe vor das Auge hält.

Abends, beim hellen Mondenschein und auch beim hellen Lampenlicht, haben Kranke, welche mit dem genannten Fehler der Linsenkapsel behaftet sind, eine Empfindung, als befände sich unmittelbar vor dem Auge eine purpurfarbene Scheibe, in welcher ihnen eine große Menge baumförmiger Figuren erscheinen, die mit Myrthenzweigen zu vergleichen sind, welche durch einen sanften Wind bewegt werden. Schließen die Kranken die Augen, oder ist es um sie her dunkel, so verschwinden alle jene Erscheinungen, und die Kranken behaupten selbst, daß jene Erscheinungen in irgend einer Art mit der Einwirkung des äußeren Lichtes zusammenhängen. Diese baumförmigen Figuren rühren ohne Zweifel von Schatten auf der Retina her, welche die Verzweigungen der vasa centralia retinae hier, wie beim Purkinje'schen Experiment, auf dieselbe werfen. Die Bewegungen der Schatten hängen wahrscheinlich von den Pulsationen der Arterien ab. Beim Purkinje'schen Experiment wird das Innere des Auges, während der Hintergrund dunkel ist, von dem ganz nahe vor dem Auge hin und her bewegten Lichte, bei enger Pupille, erleuchtet. Die Lichtstrahlen haben dabei, wegen der großen Nähe der Lichtquelle, ebenfalls im Auge eine nahezu parallele Richtung, weßhalb die vor der Retina liegenden Arterien einen Schatten auf die Retina werfen können. Der Experimentator sieht dabei eine Menge baumförmiger, sich etwas bewegender Figuren auf einem dunkeln, purpurrothen Hintergrunde, ganz so, wie jene Kranken es angeben. Die Kleinheit der Pupille scheint zur Deutlichkeit des Phänomens bei dem Experiment beizutragen, denn je kleiner der leuchtende Punkt vor dem Auge ist, um desto deutlicher müssen die Schatten auf der Retina sein. Sollen Kranke mit einer transparenten vorderen Kapsel das Phänomen sehen, so muß ebenfalls die Pupille eng sein. Das bei dem Experiment nahe vor das Auge gebrachte Licht wird bei dem Kranken durch die erleuchtete und als selbstleuchtende Scheibe erscheinende vordere Kapselwand ersetzt.

IV. Gesetze der subjectiven Gesichtserscheinungen in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

1. Die bisherigen Erörterungen bezogen sich vorzugsweise auf das Licht und auf die Art und Weise, wie dasselbe sich im Auge physikalisch verhält. Bei hinreichendem Lichte sehen wir die Dinge in ihren natürlichen Formen und Farben, und bei mangelndem Lichte sehen wir dieses Alles nicht, sondern empfinden nur die Finsterniß, welche, nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, uns umgiebt. Licht und Farben sind aber, so weit wir sie durch den Gesichtssinn kennen, lediglich Producte der organischen Thätigkeit

unseres Sehapparates, nicht Qualitäten der Außenwelt. Das Licht, d. h. die Schwingungen des Aethers, bildet bloß ein Moment, eine äußere wirkende Ursache, um die Empfindung von hell und dunkel und von Farben in uns hervorzurufen. Gesichtsempfindungen sind aber, wie die Empfindungen aller anderen Sinne, ein Resultat einer Wechselwirkung äußerer Eindrücke und innerer Energien. Als äußere Eindrücke bezeichne ich alle die Agentien, welche auf die Nerven wirken, mögen sie innerhalb oder außerhalb des Organismus liegen. Die inneren Energien beziehen sich bloß auf den nervösen Apparat und bestehen in Beziehung auf den Gesichtssinn darin, daß er fähig ist, die durch den Eindruck gesetzten Veränderungen zu empfinden, und diese zum Sensorium fortzuleiten. Diese den Gefühlsnerven mitgetheilten Veränderungen sind als solche auch noch keine Empfindungen, sondern sie werden es erst, wenn sie vom Bewußtsein aufgenommen sind. Im Gehirn wird erst die zum Bewußtsein gekommene Empfindung geschaffen. Die Retina ist nichts weiter, als der Anfang des nervösen Leitungsapparates; denn es werden bei Unthätigkeit oder gänzlicher Zerstörung der Retina und der Sehnerven noch Gesichtsvorstellungen geschaffen, obgleich es dann nicht mehr zu einer Empfindung der durch äußere Reize, z. B. durch das Licht veranlaßten Veränderungen der etwa noch vorhandenen Retina, kommt, während andererseits Gehirnverletzungen oft plötzlich Blindheit veranlassen. Vor Allem geschieht dies bei Zerstörung der Theile, von welchen die Sehnerven entspringen, doch haben Versuche gezeigt, daß auch Entfernung größerer Theile der Hemisphären sehr häufig Blindheit nach sich zieht, während andere Sinnesfunctionen noch fortbestehen. Gewiß ist also, daß der wesentlichste Theil des Sehorgans im Gehirn liegt. Blindheiten, welche durch Krankheiten des Gehirns herbeigeführt werden, und bei welchen man, außer der Blindheit, am Auge selbst oft weiter nichts findet, als Erweiterung, selten Verengerung der Pupille, Unempfindlichkeit der Iris gegen Lichtreiz, einen unstäten, nichtssagenden Blick, einen trägen Augenliedschlag, einen matten Glanz des Auges und oft auch varicöse Ausdehnung der Venen der Conjunctiva, bieten deßhalb nicht allein in Beziehung auf die Heilbarkeit der Anästhesie, sondern auch auf das Leben des Kranken eine schlechte Prognose.

2. Gleichwie für die Gesichtsvorstellungen das Gehirn das Centralorgan ist, so ist es dasselbe auch für die Bewegungen der Iris. Das Licht vermag nur dann die Pupille zu verengern, wenn die Retina für dasselbe empfänglich ist; von der Retina pflanzt sich die durch das Licht veranlaßte Reizung durch den Sehnerven fort auf das Gehirn, welches dieselbe auf die Medulla oblongata und auf den Nerv. oculomotorius überträgt. Daß aber die Reizung sich in der That von der Retina auf das Gehirn, und von diesem auf den N. oculomotorius fortpflanzt, beweisen die Durchschneidungen des Nerv. opticus an Thieren, wobei sich die Pupille während der Durchschneidung stark contrahirt und später wieder erweitert. Reizungen des centralen Schnittendes des Nerven veranlassen wieder Verengerung der Pupille, während Reizungen des peripherischen Theiles und der Retina den Durchmesser der Pupille nicht verändern. Einen Hauptbeweis für die obige Behauptung liefern uns die einseitigen Amaurosen; bei diesen ist die Bewegung der Iris, vorausgesetzt, daß nicht gleichzeitig der N. oculomotorius gelähmt ist, immer gleichzeitig in beiden Augen, sowohl die durch den äußeren Lichtreiz hervorgerufene, als auch die durch Aenderungen des Refractionszustandes und der Stellung der Sehachsen veranlaßte. Die

Untersuchung der Beweglichkeit der Iris in Krankheiten verdient deßhalb besondere Vorsicht. Um dieselbe gehörig zu prüfen, öffne und schließe man abwechselnd bei mäßigem Lichte zuerst die Augenlieder beider Augen zugleich. Darauf schließe man zuerst das eine Auge, und prüfe nun die Beweglichkeit der Iris beim abwechselnden Oeffnen und Schließen des anderen Auges. Hat man dies hinreichend lange fortgesetzt, so gehe man zu einer gleichen Untersuchung des anderen Auges über. Da aber die Bewegung der Augen und die Stellung der Sehaxen einen Einfluß auf den Durchmesser der Pupille ausüben, so ist, wenn man den Einfluß des Lichtes auf die Bewegung der Iris prüfen will, dafür zu sorgen, daß der Kranke die Augen ruhig halte und den Refractionszustand für eine bestimmte Entfernung einrichte. Zu dem Ende befehle man dem Kranken, daß er seine Sehaxen auf der Wurzel der Nase des Untersuchenden fixire.

3. Nach dem Bisherigen ist die Retina also bestimmt, an ihrer Ausbreitung durch an sie gelangende Einflüsse in veränderte Zustände zu gerathen, und diese, den Empfindung erzeugenden Vorgang, entweder zu den Centralorganen des bewußten Seelenlebens, oder zu anderen Vereinigungspunkten der Wirkungen fortzuleiten. Die Empfindungen selbst sind aber ideale, subjective Productionen der Seele. Die Vorstellungen, die wir von Dingen außer uns haben, geben uns zusammengenommen den Begriff eines Objectes, welches wir Körper nennen, insofern es diese Vorstellung verursacht. Vermöge unserer Natur können wir demnach keine Begriffe von irgend einem Dinge haben, als durch die Veränderungen, die es in uns hervorbringt. Die verschiedenen Strahlen des Lichtes, sowohl die weißen als die farbigen, wirken zwar nach ihrer verschiedenen Natur auf unser Auge verschieden ein und rufen gewisse Zustände hervor, die der Seele die Vorstellung (Empfindung) von Helligkeit und Farbe veranlassen. An und für sich aber sind diese unter einander zwar verschiedenen Strahlen weder weiß noch farbig, sondern diese Eigenschaften erlangen sie erst für unser Bewußtsein durch die in uns hervorgerufenen verschiedenen Zustände, welche in uns, wie z. B. die Empfindung von Weiß, Roth, Gelb u. s. w. entstehen. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht liegt in der Thatsache, daß auch Gesichtsvorstellungen durch in unserm Organismus befindliche Vorgänge, die auf die entsprechenden Nerventheile wirken, und durch eigene Thätigkeit der letzteren hervorgerufen werden (subjective Licht- und Farbenerscheinungen). Schon ein Druck auf den Augapfel reicht aus, eine Lichterscheinung zu bewirken. Elektrisiren des Sehnerven, Entzündung der Netzhaut, Congestionen nach dem Gehirn leisten dasselbe. Als Beispiele einer selbsteigenen Wirkung des Sehorgans mögen unter anderen die Traumgesichte (deren Identität mit Gesichtsphänomenen um so weniger verkannt werden kann, als sie bei vielen Menschen, kurz nach dem Erwachen, noch eine Zeit lang mit voller Deutlichkeit der Färbung fortdauern), dann auch das Abklingen der Farbenbilder, der mangelhafte und fehlende Farbensinn u. s. w. dienen. Das Kind hat noch keinen Begriff von einem Subject und Object; erst bei sich entwickelndem Selbstbewußtsein stellt der Mensch Alles nach und nach außer sich und sich selbst Allem entgegen, und orientirt sich im Kreise seines Daseins. Dies geht so weit, daß er manche Empfindungen, namentlich des Gesichts, denen nichts außerhalb des Leibes entspricht, die aber dennoch die Qualitäten äußerer Dinge nachahmen, weil sie Producte solcher innerer Zustände des Seelenorganes sind, die unter der Form von Gesichtserscheinungen zum Bewußtsein gelangen, auch nach außen versetzt,

und ihnen objective Wahrheit beilegt. Die Erscheinungen sind aber auch oft so täuschend, daß nur der Naturkundige in allen Fällen im Stande ist, sie von den objectiven, denen ein äußerer, leuchtender Gegenstand entspricht, zu unterscheiden.

Die folgenden Blätter werden lehren, daß diese anscheinend rein theoretische Betrachtung für die richtige Würdigung gar mannigfaltiger pathologischer Erscheinungen unerläßlich ist.

a) Die Zustände des Seins unseres nervösen Sehapparates stellen sich der Seele als sogenannte Gesichtsphänome dar. Die meisten dieser Zustände werden durch positive Einflüsse, deren Grund entweder in unserem Organismus selbst, oder außerhalb desselben liegt, veranlaßt. Werden dem Gesichtsorgan die meisten der positiven Reize, namentlich das Licht, entzogen, so geräth dasselbe dadurch in einen eigenthümlichen Zustand, in den der relativen Ruhe, der sich der Seele unter der Form von Dunkelheit darstellt. Das Gefühl der Dunkelheit ist aber auch etwas Positives, indem es nur eine Qualität der Energie des Sehapparates ist. Aus diesem Grunde reicht das Gefühl der Dunkelheit nur so weit, als unser Sehfeld. Sind einzelne Stellen unserer Netzhaut gelähmt, also unempfindlich gegen die Eindrücke des Lichtes, so stellen sich diese als dunkle Flecken dar, die nur bei geöffnetem Auge und freiem Zutritte des Lichtes erscheinen. Sie besitzen keine selbstständige Bewegung, sondern nur eine von den Bewegungen des Auges abhängige, die auch bei der entoptischen Beobachtung sich als eine mit der Bewegung des Visirpunktes gleichsinnige darstellt. Bei weiter ausgedehnten partiellen Lähmungen der Retina, die (wie ich glaube) mit krankhaften Affectionen der Cerebraltheile des Sehapparates zusammenhängen, wird das den betreffenden Stellen entsprechende Gefühl der Dunkelheit ganz aus der Sphäre der Sehkraft entrückt, so daß ihm kein Ort im Sehfelde mehr zukommt. Ist z. B. die Hälfte der Netzhäute auf diese Weise gelähmt, so hat das dunkle Gesichtsfeld, z. B. bei geschlossenen Augen, nur die Hälfte der normalen Ausdehnung. Reicht diese Lähmung bis zur Mitte der Macula lutea, so sieht der Kranke bei geöffneten Augen und richtiger Fixation auch sehr kleine Objecte nur halb. Ist die Mitte der Retina gelähmt, so kommt es dem Kranken vor, als sei das der gelähmten Stelle der Retina entsprechende Stück der Außenwelt gar nicht mehr im Raume vorhanden; der mittlere Theil eines größeren Objectes fehlt ihm ganz, und die seitlichen Theile erscheinen ihm, ohne dazwischen liegende Lücke, näher oder ganz zusammengerückt. Bei peripherischen Lähmungen kommen, so weit ich es habe ermitteln können, derartige Erscheinungen nicht vor. Bei diesen bleibt das Gefühl der Dunkelheit.

b) Die durch objectives Licht hervorgerufenen Erregungen der Retina halten noch einige Zeit an und klingen gleichsam noch nach, wenn die Einwirkung des Lichtes schon aufgehört hat. Die Dauer der Nachwirkung ist verschieden, nimmt aber mit der Dauer und Heftigkeit des Gesichtseindruckes und mit der Größe der Reizbarkeit der Retina zu. Schaut man z. B. anhaltend in die Sonne, so kann das Nachbild davon Tage, ja Wochen lang in unserem Sehfelde verharren. Befindet sich die Retina im Zustande der krankhaft gesteigerten Reizbarkeit, so verharren auch die Nachbilder der gar nicht stark beleuchteten Objecte oft ungewöhnlich lange, was dem Kranken nicht selten zur großen Qual gereicht. Bei sehr bedeutender Hyperästhesie der Retina bekommen die Menschen schon beim flüchtigen Blicke auf gewisse Gegenstände Nachbilder derselben, z. B. von solchen,

an denen sie vorübergehen. Die Gegenstände scheinen oft dabei zu schwanken, weil hier von den der Reihe nach über die Retina fortrückenden Objecten noch ein Nachbild vorhanden ist, während schon andere wieder in's Sehfeld treten. Die Nachbilder nehmen dann eine scheinbare Bewegung an, weil sie die Bewegung der Augen theilen. Dasselbe kann eintreten bei Ruhe des Körpers, während durch Bewegung der Augen verschiedene Objecte in's Gesichtsfeld treten. Dies ist bei Augenkranken nicht selten die Ursache des Gesichtsschwindels.

Die Nachbilder sind entweder farblose, von farblosen, objectiven Bildern, oder farbige nach farblosen, objectiven Bildern, oder farbige Nachbilder nach farbigen, objectiven Bildern. Alle diese Erscheinungen, welche sich aus objectiven Ursachen nicht erklären lassen, zeigen wieder, daß die Ursachen der Farben in den Zuständen des nervösen Theiles der Retina selbst liegen, denn die meisten hierher gehörigen Erscheinungen treten auch beim Blicke auf eine dunkle Fläche, oder beim Schließen der Augen ein.

Blicken wir ein blendend weißes Stückchen Papier, oder die Sonne selbst an, so erscheint das Nachbild, wenn wir unseren Blick schnell auf eine schwarze Fläche wenden oder die Augen schließen, anfangs weiß. Nach und nach nimmt es aber eine andere Farbe an, die wieder verschwindet und einer anderen Platz macht, bis endlich das Auge in der Empfindung des Schwarzen zur Ruhe kommt. Die Aufeinanderfolge der Farbenphasen ist bei verschiedenen Individuen verschieden, weil einer jeden bestimmten Farbenempfindung eine organische Thätigkeit zu Grunde liegt, welche nach individuellen Verhältnissen einen verschiedenen Grad von Erregbarkeit und Ausdauer in ihrem Wirken zeigt. Die Qualität verschiedener Zustände der Retina, welche diese beim Abklingen der Farben im Nachbilde durchläuft, sind demnach mit einem verschiedenen Grade der Reizung vergesellschaftet. Ein Licht von bestimmter Farbe ist daher unter Umständen auch im Stande, die Retina in der Art stärker oder schwächer zu reizen, daß sie in den einer anderen Farbe entsprechenden Zustand geräth. Solche Umstände finden sich in der Natur als subjective Zustände der Augen, bei den Menschen, welche mit dem Unvermögen, die Farben richtig zu unterscheiden, behaftet sind. Wenigstens vermag ich von diesem Uebel bis jetzt keine andere Erklärung zu geben.

Wie alle Nachbilder, treten auch die farbigen am leichtesten bei der amblyopischen Steigerung der Reizbarkeit ein, weßhalb die Gegenstände, aus den oben angegebenen Gründen, hierbei nicht bloß zu schwanken, sondern auch oft mit farbigen Rändern umgeben zu sein scheinen.

Betrachten wir eine Zeit lang ein rothes Band auf weißem Grunde, und entfernen wir dasselbe darauf schnell, so erscheint uns die Stelle, an welcher früher das Band lag, genau in derselben Größe, grün. Hatte das Band die Farbe der Orange, so erzeugt sich Blau; war es gelb, so entsteht Violett; war es grün, so bildet sich Roth. Diese im Nachbilde erscheinende Farbe nennt man die Contrast- oder Ergänzungsfarbe. Die Contrastfarbe ist als eine subjective Thätigkeitsäußerung der Netzhaut an die früher gereizte Stelle derselben gebunden, daher folgt sie, wie alle anderen Nachbilder es thun, im Gesichtsfelde den Bewegungen des Auges, während gleichzeitig wahrgenommene, objective Bilder auf der Retina fortrucken und von dem farbigen Nachbilde abweichen. Daher z. B. der farbige Schein im Umfange greller Blumen, Gemälde, Heiligenbilder;

das Erscheinen von rothen, den Blutstropfen ähnlichen Flecken nach dem Anschauen heller, grüner Objecte.

Diese Erscheinungen werden dem Unwissenden oft mysteriös, während sie nichts weiter als complementäre Nachbilder sind, denen durch die Bewegung der Augen eine scheinbar objective Bewegung im Gesichtsfelde gegeben wird. Das Erscheinen der Contrastfarben findet in Folgendem seine Erklärung: Das Auge hat das Bestreben, fortwährend die ganze Summe seiner Functionen wirken zu lassen; gelingt ihm das, so regt es die Seele zu einer das Weiße repräsentirenden Vorstellung an. Das Sehen einer anderen Farbe ist aber nur ein Theil des Ensembles der Thätigkeit, zu welchem die Netzhaut im Zustande der Reizung tendirt. Beim Sehen einer anderen Farbe, als der des Weißen, befindet sich die Netzhaut im Maximum der Tendenz zu der Ergänzungsfarbe, die daher im Nachbilde reproducirt wird.

c) Eine jede Reizung, welche dem Cerebraltheile des Sehorgans durch den N. opticus zugeführt wird, und auch manche Erregungen, die ihm durch andere sensible Nervenbahnen zugeleitet werden, veranlassen Gesichtsvorstellungen. Diese Eigenschaft ist das Resultat einer angebornen Thätigkeit, welche man mit dem Namen der specifischen Energie belegt. Die Kenntniß derselben ist für die Erklärung mancher physiologischer und pathologischer Erscheinungen unerläßlich.

Drückt man mit dem Finger auf das Auge, so treten subjective Lichterscheinungen auf. Heftige, besonders convulsivische Contractionen der Augenmuskeln rufen oft auf dieselbe Weise Lichterscheinungen hervor. Auch das in der Choroidea und Retina zirkulirende Blut bewirkt, besonders wenn es in größerer Quantität in den Gefäßen jener Häute enthalten ist, durch den Druck, den es auf die Nervenfibrillen ausübt, gewisse Licht- und Farbenerscheinungen, vorzüglich nach heftigen geistigen und körperlichen Aufregungen, nach dem Genusse geistiger Getränke, narkotischer Stoffe, beim Husten, Niesen, Erbrechen, und überhaupt nach allen den Ursachen, welche Congestionen nach dem Kopfe veranlassen.

Leitet man einen galvanischen Strom durch das Auge, so treten, wenn der Strom einigermaßen kräftig ist, subjective Gesichtserscheinungen mit glänzenden Farben, mit kreisförmiger Gestalt und mit großen, in lebhafter radialer Bewegung begriffenen Zickzacken auf, die sich wesentlich in Form und Farbe von einander unterscheiden, je nachdem man den positiven oder negativen Pol auf das Auge und den entgegengesetzten auf einen anderen Theil des Körpers setzt.

Den vorhergehenden ganz ähnliche Erscheinungen treten nicht selten bei Menschen im mittleren Lebensalter, ohne nachweisbare Ursachen, durch subjective Erregungen des Sehnerven und der Retina auf, ohne daß die Sehkraft dadurch bleibend beeinträchtigt wird. Ich habe sie in dem Lehrbuche der Ophthalmologie genauer beschrieben und abgebildet.

Andere, von den genannten wohl zu unterscheidende, silberglänzende Erscheinungen, von der Gestalt der Kügelchen, Fädchen, Schneeflocken, Zickzacken u. s. w., treten bei manchen sensiblen, epileptischen, hysterischen Personen, ebenso bei Amaurosis erethica häufig auf. Diese sind höchst unbeständig in ihrer Form und in ihrem Auftreten; sie kommen, um bald wieder zu verschwinden, zeigen sich abermals an anderen Punkten des Sehfeldes, entfernen sich und kommen zurück, um sich wieder zu entfernen.

Alle subjectiven Gesichtserscheinungen setzt der Mensch, wie die objectiven

aus sich hinaus, und zwar an die Stelle des Sehfeldes, welche der Richtungslinie der afficirten Netzhautstelle entspricht. Eine Richtungslinie ist nun aber diejenige gerade Linie, welche man sich von der afficirten Netzhautstelle zum Kreuzungspunkte der Richtungsstrahlen, und von diesem verlängert bis zum scheinbaren oder wirklichen Objecte im Gesichtsfelde gezogen denkt. Da nun die Richtungslinien des Ciliartheiles der Retina durch Stirn, Schläfe, Jochbein u. s. w. fallen, so hat der Kranke, wenn der Sitz der subjectiven Lichterscheinung in dem genannten Theile der Retina liegt, die täuschende Empfindung, als sprühe Feuer aus Stirn, Schläfe, Jochbein u. s. w.

d) Eine noch nicht erklärte pathologische Thatsache ist die, daß das Centrum der Retina momentan oder fortdauernd für subjective und objective Erregungen unempfindlich geworden sein kann, während die Erregbarkeit in dem peripherischen Theile nicht nur fortdauert, sondern oft sogar noch gesteigert ist. Um diese Erscheinung zu erklären, müßte vorher noch eine Lücke in der Anatomie der Retina ausgefüllt werden, wir müßten den Verlauf der Nervenfibrillen kennen. Wir wissen nur, daß die Netzhaut im Hintergrunde des Auges einen verhältnißmäßig ansehnlichen Durchmesser besitzt, indem hier noch viele Fasern über einander liegen, welche sich erst später neben einander lagern.

e) Es ist eine bekannte physiologische Thatsache, daß nur die von einer reizenden oder hemmenden Ursache getroffenen Nervenfasern, ohne Betheiligung der noch so nahe angrenzenden Fasern, exaltirt oder deprimirt werden. Dennoch theilt sich der Zustand eines Theiles der Netzhaut oft anderen mit. Wird aber die Erregung einer Stelle der Netzhaut auf eine andere übertragen, so geschieht dies nur dadurch, daß sich die ursprüngliche Empfindung im Gehirn anderen Fasern des Nerv. opticus mittheilt, und dann nach dem Gesetze der excentrischen Erscheinung auf das peripherische Ende der Nervenfasern in der Retina, entweder in derselben, oder in einer anderen Art bezogen wird. Auf diese Weise breiten sich manche, namentlich subjective pathologische, ursprünglich auf einen kleinen Theil der Retina beschränkte Erregungen über eine größere Fläche aus.

Die Mittheilung des Zustandes eines Theiles der Netzhaut erfolgt nicht immer bloß auf andere Theile derselben Netzhaut, sondern auch bei heftigeren Eindrücken auf die Netzhaut des anderen Auges, welches entweder dem Lichtreize gar nicht, oder einem anderen Reize ausgesetzt war. Elektrisirt man das eine Auge, so fängt auch das andere zu thränen und sich zu röthen an. Menschen, die nur mit einem Auge sehen, und deren anderes Auge durch Lähmung der Retina vollkommen blind ist, glauben nicht selten, auch mit dem blinden Auge das objective Licht wahrzunehmen, und zwar um so deutlicher, je reizbarer das gesunde Auge ist. Acute Entzündungen des einen Auges stören die Functionen des anderen und gehen bisweilen, jedoch bei weitem nicht so häufig als chronische Entzündungen, auf das andere Auge über. Am leichtesten und deutlichsten überzeugt man sich von der Thatsache, daß das eine Auge dem anderen seinen Zustand mittheilt, wenn man gleichzeitig mit jedem Auge durch ein anders gefärbtes Glas, z. B. durch ein blaues und ein gelbes, auf eine weiße Fläche schaut. Statt daß man unter diesen Umständen nach der Analogie der sonst überall stattfindenden Farbenvermischung das Gesichtsfeld grün sehen sollte, sieht man es theils blau, theils gelb. Zuweilen wiegt die blaue Farbe vor, zuweilen die gelbe, zuweilen wird eine blaue Wolke auf gelbem Grunde,

zuweilen das Umgekehrte gesehen. Jetzt absorbirt das Blaue das Gelbe gänzlich, bald das Gelbe das Blaue. Werden die Versuche sehr lange fortgesetzt, so gleichen sich beide Eindrücke mehr in einen grünen Gesammteindruck aus, wozu anfangs nicht die geringste Neigung ist, aber auch jetzt blitzt von Zeit zu Zeit die eine Farbe, das Uebergewicht haltend, hervor, oder tritt fleckenartig auf. Dieser Wettstreit beider Sehfelder zeigt uns die Art der gleichzeitigen Thätigkeit beider Augen und, trotz der innigen Verknüpfung beider, eine gewisse Selbstständigkeit eines jeden für sich. Leidet die Selbstständigkeit des eines Auges, d. h. ist dasselbe in seiner Thätigkeit geschwächt, wie z. B. bei der Amblyopie, beim Schielen, wo das eine Auge das andere an Kraft überwiegt, so erscheinen die Gegenstände nicht, wie bei gesunden Augen, bald mehr in der einen, bald mehr in der anderen Farbe, sondern dem schwächeren Auge erscheint ein jedesmal um so kleinerer, zu seiner Seite gelegener Abschnitt des Gesichtsfeldes in der Farbe des Glases, womit es bewaffnet ist, je schwächer es ist oder je bedeutender der Grad des Schielens hervortritt. Beim abwechselnden Schielen, bald mit dem einen und bald mit dem anderen Auge, ragt die Farbe des Glases des fixirenden Auges um so mehr in das Gesichtsfeld des anderen Auges, je mehr jenes das andere an Kraft übertrifft, und beim abwechselnden Schielen mit gleicher Sehkraft beider Augen ragt, wenn das rechte Auge fixirt, die Farbe des Glases dieser Seite um eben so weit in das Sehfeld des linken, nicht fixirenden Auges, als die Farbe des Glases des linken Auges in das Sehfeld des rechten ragt, wenn das linke fixirt. Das genannte Experiment dient uns also zum Maßstab der Kraft und der unrichtigen Stellung der Augen.

Eine gleichartige Erregung beider Augen verstärkt den Eindruck auf die Seele bedeutend; davon überzeugt man sich am besten, wenn man vor das eine Auge eine Papiertute hält, und durch dieselbe auf eine Stelle eines Buches schaut, die von beiden Augen gesehen werden kann. Diese Stelle wird dann um sehr Vieles heller erscheinen, als alle übrigen Stellen des Buches, die nur von dem freien Auge allein zu sehen sind. Aus denselben Gründen sehen Menschen, die auf dem einen Auge einen transparenten Hornhautfleck, oder eine partielle Amblyopia amaurotica haben, nur einen matten, durchsichtigen Nebel im Gesichtsfelde, wenn beide Augen geöffnet sind, dagegen einen dunkeln, selbst stark saturirten Fleck, wenn das gesunde Auge geschlossen ist.

f) Die subjectiven Gesichtserscheinungen, von denen bisher die Rede war, sind nur als Producte einer idioptischen oder consensuellen Affection des nervösen Theiles des Sehapparates zu betrachten, an deren Bildung die Seele nur insofern Theil nimmt, als sie dieselben zum Bewußtsein bringt und nach außen versetzt, übrigens sie aber so aufnimmt, wie sie ihr von dem Sinnesorgan dargeboten werden. Es giebt indessen noch viele subjective Gesichtserscheinungen, an deren Bildung die Seele einen viel regeren Antheil nimmt, indem sie entweder die ihr von den Nerven dargebotenen Bilder zu Phantasmen mit den verschiedensten Farben und Gestalten steigert, oder indem sie die Producte ihrer eigenen Thätigkeit auf den Sehapparat überträgt, und dieselben in Form von Gesichtsphantomen sich objectivirt. Treten diese Erscheinungen vor dem Einschlafen ein, so ragen sie oft in das Traumleben hinein und bedingen die Gestalten des Traumes. In anderen Fällen ragen die Traumgestalten aber auch in das Wachen hinein und verharren noch nach dem Erwachen in der Gestalt,

die sie während des Schlafes hatten. Diese unwillkürlich erscheinenden Phänomene erkennt der sonst gesunde und vernünftige Mensch noch als subjective Täuschungen; sie pflegen sogleich zu verschwinden, sowie der Geist über sie zu reflectiren beginnt, aber wiederzukehren, wenn Ruhe des Gesichtsorgans und des Geistes eintritt. In manchen Krankheiten, sowohl in fieberhaften, als in fieberlosen, ist die subjective Erregung der Retina und des Gehirns aber so stark, daß der Kranke die dadurch hervorgerufenen Phantasmen für objectiv hält. Dies kommt als eine sehr gewöhnliche Erscheinung vor im Fieberdelirium, im chronischen Wahnsinn, im Delirium tremens, bei Congestionen nach dem Kopfe durch Unterdrückung gewohnter Blutungen, bei Vergiftungen durch Narcotica, durch oxydulirtes Salpeterstoffgas. — In manchen Fällen ist auch der übrigens vernünftige Mensch nicht im Stande, das Phantom sogleich von einem wirklichen Objecte zu unterscheiden, wenn nämlich einzelne phantastische Gestalten mitten unter den Objecten, welche die Außenwelt dem Gesichtssinn darbietet, mit großer Intensität hervortreten. Uebrigens können es auch schon von Natur phantastische Menschen durch ein Sich-hingeben an Lesen ascetischer Schriften u. dergl. dahin bringen, ihre Visionen mit Willkür hervorzurufen. Es bedarf wol kaum der Bemerkung, wie wichtig in vieler Hinsicht diese Phänomene für den Arzt und Physiologen sind.

g) Die Vorstellung von der Entfernung der Objecte ist ein Product zusammengetragener Erfahrungen, die wir erst durch die Erziehung des Gesichtssinnes erlangen. Aus diesem Grunde greifen Kinder nach entfernten Gegenständen, und mit Glück operirte, sonst verständige Blindgeborene halten ferne Gegenstände für so nah, daß sie vorsichtig vermeiden, sich an sie zu stoßen; auch vermögen sie eine Scheibe nicht von einer Kugel, und ein Viereck nicht von einem Würfel zu unterscheiden. Aehnlich verhielt es sich bei einem jungen Manne, der durch ein Unglück sein gesundes Auge verlor, so daß er gezwungen wurde, später nur mit dem anderen, schwachsichtigen Auge zu sehen. Auch dieser brauchte lange Zeit, bis er die Entfernung richtig schätzen lernte.

Die zur Schätzung der Entfernung nothwendigen Erfahrungen erlangen wir durch mannigfaltige Mittel: 1) Durch den willkürlich hervorgebrachten, der Entfernung der Objecte entsprechenden Refractionszustand des Auges, und durch die entsprechende Stellung der Sehaxen, deren Veränderungen durch das, mit der Muskelcontraction verbundene Gefühl zum Bewußtsein gebracht werden. Hierin finden wir die Erklärung zu der Thatsache, daß Menschen, denen das Accommodationsvermögen genommen wird, damit auch ihr richtiges Urtheil über die Entfernung der Objecte mehr oder weniger einbüßen, z. B. nach Staaroperationen; daß subjective Gesichtserscheinungen bei der Accommodation für die Nähe klein, und im entgegengesetzten Falle groß erscheinen; daß man mit einem Auge die Entfernung nie so richtig zu schätzen vermag, als mit beiden Augen. 2) Durch die Stärke des Contrastes zwischen Licht und Schatten. Mit der Entfernung des Objectes verliert sich dieser Contrast immer mehr, und die feineren Theile werden unkenntlich; in großer Entfernung aber verliert sich die natürliche Farbe des Objectes ganz, und alle Gegenstände, so verschieden sie sonst an Farbe und Gestalt sind, nehmen die allgemeine Luftfarbe, die blaue, an, und erscheinen als ebene Flächen. Ein schwachsichtiges, amblyopisches Auge, welches weder Farben noch kleine Gegenstände zu unterscheiden vermag, hält daher Alles für weiter entfernt und kleiner.

3) Durch die von der Zu- und Abnahme der Größe des Gesichtswinkels abhängige, scheinbare Größe uns bekannter Objecte in verschiedener Entfernung. 4) Durch die Subjectivität der empfindenden Netzhaut. Die über den Grad der Schärfe der Empfindung der Distanzen an verschiedenen Theilen des Körpers angestellten Versuche haben nachgewiesen, daß der Haut an den Theilen, wo eine schärfere Empfindung ist, auch die die Empfindung veranlassenden Gegenstände größer erscheinen, als an den Theilen mit unbestimmterem Gefühl. Ebenso ist es eine bekannte Thatsache, daß der Winkel, unter welchem die kleinsten Größen noch sichtbar sind, bei verschiedenen Augen verschieden ausfällt. So ist z. B. das Vermögen, kleine Distanzen zu unterscheiden, vermindert bei der mit Torpor verbundenen Amblyopie, bei starkem Weingenuß, bei lokaler Anwendung narkotischer Mittel auf das Auge. Ohne Zweifel halten nun solche Augen, welche nur größere Distanzen wahrnehmen können, nach Analogie des Hautorgans, eine gegebene geometrische Größe für kleiner als andere, der Wahrnehmung kleinerer Distanzen fähige Augen.

b) Die Kenntniß, ob die Ursache der Bewegung einer Gesichtserscheinung von einem sich bewegenden Objecte, oder von Bewegungen unseres Auges oder Körpers überhaupt abhängt, ist nur mit Hülfe eines vermittelnden subjectiven Momentes zu erlangen. Dieses Moment ist die zum Bewußtsein gelangende Empfindung von der willkürlichen Incitation zur Bewegung der Augenmuskeln. Befindet sich das Auge in Ruhe, aber bewegen sich die Bilder über die Netina, so halten wir die Objecte, von denen die Bilder herrühren, für bewegt, mögen die Objecte sich wirklich bewegen oder ruhen. Ruhen die Objecte, aber bewegen sich unsere Augen willkürlich, so erscheinen uns die Objecte ruhend, während alle subjectiven Gesichtsphantome sich in demselben Sinne mit den Augen zu bewegen scheinen. Werden unsere Augen ohne Zuthun der Muskeln, z. B. durch den Finger, oder mit Zuthun unserer Augenmuskeln, aber ohne unseren Willen, auf eine ungewohnte Weise bewegt, so scheinen die Objecte sich in demselben Sinne mit den Augen zu bewegen, während alle subjectiven Gesichtserscheinungen ruhen.

Diese physiologischen Thatsachen geben uns einestheils ein Mittel an die Hand, um alle Phantasmen von objectiven Gesichtserscheinungen zu unterscheiden, und anderentheils belehren sie uns über die Ursachen des Gesichtsschwindels. Nach mäßigen Umdrehungen um die eigene Längsaxe des Körpers zeigen sich nur sehr unbedeutende unwillkürliche Bewegungen der Augen, nach heftigen Umdrehungen aber sehr bemerkbare unwillkürliche Bewegungen. Aehnliche Bewegungen entstehen nach lokalen und vom Gehirn ausgehenden Krämpfen der Augenmuskeln. In allen Fällen wird die Bewegung der Augen auf die Objecte übertragen, daher der Schwindel. Der Hauptbeweis für die angegebene Theorie ist der, daß der Gesichtsschwindel, z. B. nach starken Drehungen des Körpers, sogleich nachläßt, wenn man die Augen durch Fixiren eines nahen Punktes zur Ruhe bringt, und daß die Scheinbewegung sogleich wieder eintritt, wenn man die unwillkürlichen Bewegungen der Augen, durch Nachlassen des Fixirens, wieder eintreten läßt. Lange andauernde, durch den Willen momentan zu unterbrechende unwillkürliche Bewegungen der Augen (Nystagmos) wird der Mensch aber so gewohnt, daß sie die Selbstthätigkeit des Blickes nicht afficiren, weßhalb das Auge dabei mit keinen Scheinbewegungen zu kämpfen hat.

V. Gesetze der Nervenphysik in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Die Sinnesorgane, und namentlich das Auge, sind sehr reichlich mit Nerven versehen. Von den Nerven hängen die Empfindungen, die Bewegungen und viele trophische Actionen unverkennbar ab. Die Nerven verbinden viele Organe materiell, wie auch functionell, und erscheinen als die wesentlichsten Instrumente, vermittelst deren einzelne Theile auf die Erreichung allgemeiner Zwecke für das Ganze hinarbeiten.

1. Alle Nerven besitzen Erregbarkeit, d. h. die Eigenschaft, durch innere oder äußere Reize in Thätigkeit gesetzt zu werden. Jeder Nerventhätigkeit geht ein Reiz voraus, obgleich derselbe nicht immer, besonders wenn er vom Organismus selbst ausgeht, nachweisbar ist. Die Nothwendigkeit der Reize darf aber nicht zu der Annahme verführen, daß mit Wegnahme eines Reizes, welcher eine bestimmte Thätigkeit hervorruft, eben diese Thätigkeit verschwinden müßte, wenn gleich Verminderung eines wirksamen Reizes meistens eine Verminderung der Erregung, ja vollständige Ruhe hervorbringt. Gleichwohl verhält sich die Sache in vielen Fällen anders. Wird z. B. das Auge auf einen grell beleuchteten weißen Gegenstand, oder auf die Sonne gerichtet und dann geschlossen, so sieht man, wenn der Eindruck lebhaft genug war, auch dann noch das weiße Object, nach einiger Zeit aber nimmt es eine gewisse Farbe an, die ihrerseits wieder verschwindet und einer anderen Platz macht. Schaut man anhaltend in die Sonne, so kann die Erscheinung davon Tage, ja selbst Wochen lang in unserem Sehfelde verharren.

Wir theilen die Reize ein in adäquate und in unadäquate. Erstere sind solche, welche die Natur von vornherein in das organische Geschehen mit verrechnet hat, und welche zur Durchführung dieses Geschehens absolut nothwendig sind; letztere vermögen freilich auch die Nerven zu reizen, aber sie sind nicht nothwendig. Alle Reize ohne Ausnahme wirken störend oder selbst vernichtend auf die Nerventhätigkeit durch ihr Uebermaß, die adäquaten aber auch durch den Mangel.

Jede Reizung ist mit einer proportionalen Consumption der organischen Kraft und Materie verbunden, wenn dieselben nicht durch adäquate Reize auf dem Wege der Reproduction wiederhergestellt werden. Demnach bringt ein Uebermaß von Reizen, dem die Reproduction das Gleichgewicht nicht zu halten vermag, Ueberreizung, d. h. Anästhesie, torpide, indirecte Schwäche hervor, worunter man die vollständige oder unvollständige Aufhebung entweder der bewußten Empfindung allein, oder zugleich der Rückwirkungen, welche die Veränderung des sensiblen Nerven im übrigen Organismus verursachen soll, oder auch den Verlust der Bewegungskraft versteht. — Begeben wir uns aus einem sehr hellen Raume in einen weniger hellen, so erscheint uns letzterer dunkel, weil sein Licht nicht ausreicht, die durch den stärkeren Lichtgrad abgestumpfte Retina in die gehörige Thätigkeit zu versetzen, bis sich die Retina wieder erholt hat. Schaut man sehr lange und anhaltend ein helles weißes Feld an, so vergeht zuletzt die Sehkraft, und das Gesichtsfeld überzieht sich auf kurze Zeit mit einem dunklen Nebel, aus dem die helle Fläche wieder auftaucht, um bald wieder zu verschwinden, in Folge einer vorübergehenden Ermüdung der Netzhaut. Dieselbe Er-

scheinung kommt mitunter pathologisch bei nervenschwachen Personen vor. Ich beobachtete eine Dame, bei der sich unter gleichbleibendem Lichte oft plötzlich eine vollkommene Dunkelheit über die Augen ergoß, aus der die sichtbaren Objecte nur dann und wann wie Phantome auftauchten und sogleich wieder verschwanden, wenn die Kranke sie zu fixiren strebte. Bei der sogenannten Schneeblindheit wird die Retina durch den unausgesetzten Anblick der weißen, blendenden Fläche überreizt. Manche Arten der Nyctalopie sind Folge der zu großen Reizbarkeit der Retina, so daß das gewöhnliche Tageslicht nicht ertragen wird. Vollkommene Ueberreizung hat man entstehen sehen nach dem anhaltenden Blicke in die Sonne, nach dem öfteren Anschauen des Blitzes in dunkler Nacht. Aus der Ueberreizung ist es auch zu erklären, daß bei manchen sehr empfindlichen Augen durch schwaches Licht eine Verengerung, durch starkes Licht aber eine Erweiterung der Pupille erfolgt.

Mangel an adäquaten Reizen steigert die Empfindlichkeit und schwächt zugleich die Energie, denn es wird durch die Entziehung der Lebensreize wahrscheinlich eine Entmischung in den Nerven veranlaßt, welche ihrerseits mit Molekularbewegungen verbunden ist, die den eintretenden motorischen Impulsen förderlich sind. Halten wir uns z. B. längere Zeit in einem dunkleren Raume auf, und treten wir dann plötzlich in einen hellen, so werden wir geblendet, d. h. die durch die längere Zeit anhaltende Entziehung des Lichtreizes geschwächte, unthätig gewordene Netzhaut wird durch den relativ zu starken Lichtreiz überreizt und unter Umständen selbst gelähmt, z. B. bei Menschen, die lange Zeit in dunklen Kerkern saßen, oder die an einer Hyperästhesie der Augen und des ganzen Körpers leiden. Mit der Blendung ist zugleich eine krampfhafte Contraction der Augenmuskeln, besonders der der Augenlieder, verbunden, die nach geschehener Ueberreizung wieder nachläßt.

Der Organismus besitzt vermöge seiner besonderen Einrichtungen die Eigenschaft, daß er Reize, welche nicht mit allzugroßer Heftigkeit wiederholt auf ihn einwirken, gewohnt wird. Dieses Gewohntwerden zeigt sich bekanntlich, je nachdem die Reize adäquate oder inadäquate sind, auf doppelte Weise. Bei der Einwirkung der ersteren gestaltet sich die Gewohnheit in der Art, daß die Wirkungen, welche die Reize hervorbringen, bei wiederholter Einwirkung immer leichter und bei kleineren Anregungen erfolgen. Solche Reize selbst werden wir demnach nicht eigentlich gewohnt, sondern nur ihre Ausgleichung. Die Ausgleichung erfolgt aber durch dieselben Functionen, die bereits dem Zwecke des Lebens nach bestimmt sind.

Das Licht ist für die Retina ein adäquater Reiz, durch den ihre Energien zur Thätigkeit ausgelöst werden. Diese Auslösung erfolgt nun um so leichter, je reizbarer die Retina und der nervöse Sehapparat überhaupt ist, und je öfter und anhaltender dieser bereits in derselben Art in Thätigkeit gesetzt worden ist.

Es giebt viele durchaus normale Augen, welche anfangs für die im IV. Capitel genannten subjectiven Gesichtserscheinungen, namentlich für die farbigen und farblosen Nachbilder sehr wenig empfänglich sind; verfallen solche Augen aber in den Zustand der Hyperästhesie, oder werden dieselben häufig den Experimenten zur Hervorrufung der subjectiven Gesichtserscheinungen unterworfen, so gerathen die Augen dadurch in einen solchen Zustand der Aufregung, daß jetzt die Erscheinungen zur Qual des Menschen bei der geringsten Veranlassung auftauchen. Da nun die Retina und der

derselben entsprechende Gehirntheil eine specifische Sensibilität besitzt, so werden unter den genannten Verhältnissen alle Reize, sowohl innere als äußere, welche den nervös optischen Apparat treffen, mit der größten Leichtigkeit subjective Gesichtserscheinungen auch dann hervorrufen, wenn kein Licht, weder farbiges noch weißes, auf das Auge eingewirkt hatte. Nach denselben Gesetzen der Uebung oder Gewohnheit bekommen auch Geisteskranke, welche häufig an Gesichtshallucinationen gelitten haben, subjective Gesichtserscheinungen bei ganz heterogenen Veranlassungen, indem ein jeder Reiz mehr oder weniger den ganzen Organismus, hier namentlich aber das Gesichtsorgan, welches unter solchen Umständen den locus resistentiae minoris bildet, afficirt. Eine jede subjective Gesichtserscheinung ist aber mit einer ihrer Dauer und Lebhaftigkeit proportionalen Aufregung des sensitiven Nervenapparates verknüpft, und eine jede Aufregung des letzteren mit einer entsprechenden Congestion des Blutes vergesellschaftet. Dauern nun solche Aufregungen lange, oder kehren sie sehr oft wieder, so können sie Erweiterungen der Blutgefäße, Stockungen des Blutes, Entzündungen, Exsudationen und Destructionen der Nervenmasse zur Folge haben. Dies ist der Grund, weßhalb man schon von Alters her die häufig sich wiederholenden subjectiven Gesichtserscheinungen als Vorboten des schwarzen Staares betrachtet hat.

2. Der Organismus ist ein aus ungleichartigen Theilen zusammengesetztes Ganzes; demnach besteht jeder einzelne Theil durch sämmtliche andere, und das Individuum kann nur durch das harmonische Ineinandergreifen aller Theile bestehen. Jede Störung in den Lebensäußerungen eines Theiles muß daher auf andere mehr oder weniger zurückwirken. Was von allen Theilen gilt, muß auch vom Auge gelten; es üben nämlich die Veränderungen in den Nerven des Totalorganismus einen entschiedenen Einfluß auf das Auge aus, und ebenso wirken auch wieder Erregungen der Nerven des Auges auf jene zurück; so finden wir z. B. bei der Febris nervosa versatilis, wenn das Gehirn afficirt wird, die Augenliedspalte groß, etwas gerundeter, die Augenlieder unbeweglicher als in der Norm, die Pupille eng, den Bulbus oculi etwas nach oben gerichtet, matt, glasähnlich, klar, scheinglänzend und sich etwas unstät hin- und herbewegend. Bei der Febris nervosa stupida, wobei im Allgemeinen Erschlaffung und Torpor herrscht, hängt das obere Augenlied schlaff, besonders nach dem äußeren Winkel herab, zugleich ist die Pupille weit, das Auge schmierig, und da die Resorptionskraft gelähmt ist, so fließen schmutzige Thränen aus dem äußeren Winkel der Augenlieder. Dagegen findet beim entzündlichen Fieber, das sich durch einen Exceß aller Actionen ausspricht, ein häufiger Augenliedschlag, ein aufgeregter, feuriger, selbst wilder Blick, Röthung der Conjunctiva Statt. Die Wechselwirkung des Totalorganismus, namentlich des Gehirns mit dem Auge, wird uns ferner klar aus dem Einflusse, den die verschiedenen Geistesstimmungen auf die Stellung der Sehaxen, auf die Weite der Pupille und überhaupt auf die Physiognomik des menschlichen Blickes ausüben. Die erhebenden Affecte, welche einen freien Spielraum unserer geistigen Thätigkeit mehr oder weniger zulassen, die Hoffnung, die Freude, die Bewunderung, das Erstaunen, bedingen eine ferne Sehweite mit größerer Pupille; die deprimirenden Affecte dagegen, die unser Selbstgefühl schmälern, sind von einer mehr oder minder kurzen Sehweite begleitet, so die Furcht, die Traurigkeit, die Schaam. Die plötzlich deprimirenden Affecte, wie der Schrecken, lähmen momentan das

Vermögen der Axenneigung, und haben deßhalb einen großen, fernen Horopter und eine weite Pupille, wie die gelähmten Augen überhaupt zur Folge. Alle Affecte vermindern in der Regel das deutliche Sehen, die Fixation, dennoch sind der Zorn und der Abscheu bei einem kurzen Horopter fixirend. — Aus dem Einflusse der Augen auf den Totalorganismus erklärt es sich, warum manche an starken Lichtreiz gewöhnte Personen Erstickungszufälle bekommen, oder aus dem Schlafe erwachen, wenn das Licht ihnen entzogen wird; warum manche niesen, wenn sie in helles Licht sehen; warum Entzündungen und Verletzungen der Augen Uebelkeit und Erbrechen erregen; warum manche nach Anwendung von Augenwassern sogleich uriniren müssen.

So innig die Wechselwirkung des Auges mit dem Totalorganismus auch ist, so können wir einestheils doch nicht zugeben, daß die optische Sensibilität des Sehnervenapparates durch die verminderte Thätigkeit der Augenmuskeln herabgestimmt, und durch eine vermehrte Thätigkeit derselben erhöht werde, und anderntheils können wir den Einfluß des Nerv. trigeminus nicht so hoch anschlagen, daß wir von dessen Thätigkeit oder Lähmung das Bestehen oder Untergehen der optischen Sensibilität direct abhängig machen dürften. Die Durchschneidungen des Stammes des Nerv. trigeminus in der Schädelhöhle beweisen sehr wenig, und das, was sie allenfalls beweisen könnten, wird durch zahlreiche Fälle von Lähmungen des Nerv. trigeminus mit fortdauernder optischer Sensibilität vollständig widerlegt. Mit der Ansicht von der Abhängigkeit der Retina vom Nerv. trigeminus fällt auch die von der Entstehung gewisser Amaurosen durch Verletzungen und Lähmungen des Nerv. supraorbitalis; denn theils giebt es viele Beispiele von absichtlicher und zufälliger Zerschneidung des Stirnnerven ohne Einfluß auf das Sehen, theils kommen in den Fällen, wo Amaurosen wirklich nach derartigen Verletzungen eintraten, neben der Verletzung der Stirnnerven noch Zerreißungen anderer Theile des Auges und Erschütterungen des Gehirns vor. Bei Lähmungen des Trigeminus schwindet die Sehkraft nur dann, wenn dieselben mit Störungen der trophischen Nerven complicirt sind, und dadurch Störungen in der Ernährung des Auges eingeleitet werden. Eine nicht geringe Anzahl von Fällen hat mir bewiesen, daß bei einer primären Affection der Ciliarnerven, die sich durch Schielen, Luscitas, Erweiterung und Unbeweglichkeit der Pupille kund giebt, die Sehkraft lange ungestört fortbestehen kann, indem der Kranke unter solchen Verhältnissen, bis zum Eintritte von Vegetationsstörungen, durch ein kleines Loch eines Kartenblattes, wobei das Uebermaß des Lichtes, welches in die zu große Pupille fällt, abgehalten wird, recht deutlich zu sehen vermag. Die angeblichen Erfahrungen, nach welchen ein Druck auf die obersten Halswirbel, oder auf die Aeste des Trigeminus im Gesicht, Amaurosen verschlimmern oder verbessern soll, kann ich bis jetzt nicht bestätigen.

Die Gesichtsnerven des Auges üben also keinen directen Einfluß auf die optische Sensibilität aus. Demnach können Krankheiten dieser Nerven auch nur dann hemmend auf die Function der Retina einwirken, wenn sie der Art sind, daß sie Veränderungen in der Ernährung und Bewegung des Auges verursachen. Da nun diese mit den Functionen des Auges so innig verknüpften Nerven nur indirect auf die, eine hohe Selbstständigkeit besitzende Retina einzuwirken vermögen, so läßt sich ein directer Einfluß der Nerven entfernt liegender Organe auf die Retina, z. B. der Digestions- und Geschlechtsorgane, noch viel weniger denken und nachweisen. Krank-

heiten der letzteren können nicht unmittelbar hemmend oder fördernd auf die Function der Retina einwirken, sie rufen nur dann Amblyopie, oder Amaurose, oder andere Krankheiten des Auges hervor, wenn sie die Ursache einer Erschöpfung der Lebenskraft des ganzen Organismus, einer Behinderung des Kreislaufes, der Congestion und Entzündung sind, welche die Retina, den Sehnerven, die entsprechenden Gehirntheile selbst, oder die Gesichtsorgane afficiren. Consensuelle Amaurosen im wahren Sinne des Wortes existiren demnach nicht.

3. Die meisten Krankheiten beginnen als örtlich begrenzte in einem engen Kreise, und gewinnen erst allmählig eine breitere Basis, indem sie sich von dem ursprünglich afficirten Theile auf andere, entweder in derselben oder in anderer Art verbreiten. Die Ausbreitung geschieht nach dem natürlichen Zusammenhange der Theile. Der Zusammenhang aber ist theils ein materieller, durch unmittelbare Verzweigung der Gefäße, Verbindung der Nerven, theils ein dynamischer. Der dynamische Zusammenhang, d. h. die Sympathie, offenbart sich wieder auf doppelte Weise: entweder durch dynamische Uebereinstimmung (Consensus), oder durch dynamischen Gegensatz (Antagonismus).

Im weiteren Sinne des Wortes darf man die Sympathie aber nicht bloß auf dynamische Vorgänge zurückführen, sondern sie ist die angeborne oder habituelle, durch eins der normalen Gewebe oder Organe vermittelte Verbindung der Theile eines Organismus, in der Weise, daß, in der Regel wechselseitig, der veränderte Zustand des einen eine Veränderung des anderen zur Folge hat.

Als Träger der Sympathien kennen wir vornehmlich zwei Systeme, das Blutgefäß- und das Nervensystem. Beide müssen hier in dieser Beziehung einer kurzen Betrachtung unterworfen werden.

Die Erscheinungen der Sympathie haben dem Physiologen von jeher viel zu schaffen gemacht, bis Bichat die Sympathien nach histologischen Regeln festzustellen suchte. Er sagte: die Gleichartigkeit der Gewebe bedingt Consensus, und die Verschiedenheit derselben Antagonismus. Dieser Regel sind aber höchstens nur einige der gesetzlich bestimmten Sympathien, z. B. der Consensus beider Regenbogenhäute, beider Netzhäute unterzuordnen. In den meisten Fällen hängt die Fortpflanzung des Krankheitsprocesses nicht von der Gleichartigkeit der histologischen Verhältnisse, sondern einestheils von der Vertheilung, Continuität und Begrenzung des den betheiligten Gewebtheilen angehörigen Haargefäßsystems, anderntheils von der Natur und Verbindung der betreffenden Nerven ab.

a) Die Grenze eines Organs pflegt die Grenze einer bestimmten Capillargefäßverbreitung zu sein; so weit diese reicht, rücken die Affectionen in ihr ohne besondere Schwierigkeit vor. Bei dem Uebergange zu einem neuen Organe richtet sich die Größe dieser scheinbaren Sympathie nach dem Grade der Verbindung, die zwischen ihm und der Gefäßverbindung hergestellt wird. Vor allen Dingen sind es die Congestionen, Stockungen und Entzündungen, und die analogen, im Gefäßsysteme wurzelnden Störungen, deren Verbreitung von der Vertheilung des Capillargefäßsystemes vorzugsweise, obgleich nicht allein, abhängt. — Das Capillargefäßsystem der Conjunctiva, sowohl das der Conjunctiva palpebrarum, als das der Sclerotica und der Cornea hängt auf's innigste mit einander zusammen; daher verbreiten sich Entzündungen dieser Haut, wenn sie heftig und andauernd genug sind, leicht auf alle Theile derselben aus, während sie

schwer zur Thränendrüse und zum Thränensacke übergehen, obgleich auch diese, genau genommen, nur Fortpflanzungen desselben Gewebes sind; aber ihr Haargefäßsystem stammt von anderen Aesten der Arter. ophthalmica. Entzündungen der Conjunctiva compliciren sich dagegen sehr leicht mit Entzündungen der Wurzeln der Cilien und mit Affectionen der Augenliedränder, weil deren Gefäße mit denen der Conjunctiva unmittelbar zusammenhängen. Entzündungen der Choroidea verbreiten sich sehr leicht auf den Ciliarkörper, die Iris und die Zonula, und Entzündungen der Iris, des Ciliarkörpers auf den Annulus subconjunctivalis, indem das Haargefäßsystem dieser Gewebtheile sehr innig mit einander verbunden ist. Die Retina aber, wie auch der Glaskörper und die tellerförmige Grube bleiben in den meisten Fällen von der Gemeinschaft dieser Entzündungen ausgeschlossen, weil ihr Capillargefäßsystem von der Arter. centralis retinae stammt und nur mittelbar mit dem der vorhergenannten Organe zusammenhängt.

Weiter lassen sich die Gesetze, nach welchen sich Entzündungen und die ihnen analogen Affectionen von einem Gewebe auf ein anderes ausdehnen, nicht verfolgen. Die Combinationen der Entzündungen der verschiedenen Gewebe des menschlichen Sehorgans sind zu mannigfaltig und scheinbar regellos, als daß sie sich schon jetzt unter allgemeine Categorien bringen lassen. Unter 230 Entzündungen fand ich 43 verschiedene Combinationen. Werden Entzündungen u. s. w. von einem Organe plötzlich auf ein anderes, in keinem näheren Zusammenhange stehendes übertragen, so ist dies, was aus den oben angeführten Combinationen bewiesen werden kann, nicht die Folge einer ursprünglichen Sympathie, sondern wahrscheinlich die Folge davon, daß allgemeine Leiden alle gleich disponirten Theile mit gleicher Kraft betreffen. Aus diesem Grunde werden z. B. nach einer Erkältung, oder bei einer fehlerhaften Blutmischung, meistens beide Augen gleichzeitig oder nach einander von der Krankheit ergriffen.

Mit wenigen Ausnahmen, welche sich fast nur auf Anomalien der nervösen Erregbarkeit beziehen, hängt es von der Natur der Krankheit ab, zwischen welchen Theilen Sympathie eintreten soll; sind einige dieser Vorgänge häufiger als andere, so ist es, weil einige Organe, wegen ihres größeren Nerven- und Gefäßreichthumes und wegen der besonderen Relation, in der sie mit der Natur der Krankheit stehen, eine größere Zahl verschiedener Angriffspunkte, als andere Gewebe, darbieten. Da nun gleichartige Gewebe, vermöge der Analogie ihrer histologischen Elemente und ihrer Functionen, allgemeinen Ursachen eine gleiche Verletzbarkeit entgegenstellen, so hat es nichts Unlogisches, wenn man behauptet, eine allgemeine Krankheit ergreife vorzugsweise diejenigen Gewebe des Auges, welche auch im Totalorganismus als ihr vorwaltendes Substrat betrachtet werden. Obgleich sich gegen eine solche Anschauungsweise im Allgemeinen nichts einwenden läßt, so leistet sie wissenschaftlich doch nur sehr wenig; denn als das vorwaltende Substrat sämmtlicher allgemeinen Ursachen gilt, wenn diese das Auge ergreifen, die Conjunctiva. Die Conjunctiva ist das Gewebe, welches in der Regel vor allen allgemeinen Ursachen am häufigsten und vorwaltend ergriffen wird; jedoch ist hierbei nicht zu verkennen, daß einzelne Ursachen, z. B. die scrophulöse, gichtische, catarrhalische und gonorrhoische sie stärker ergreifen als andere. Nächst der Conjunctiva haben die Haarzwiebeln der Augenwimpern die größte Disposition für die Angriffe allgemeiner Krankheiten, und, wie es scheint, für alle eine ziemlich

gleichmäßige. Hierauf folgen die Meibom'schen Drüsen. Diese werden aber häufiger von der Gicht und dem Catarrh, als von der Scrophulosis und den übrigen Krankheiten ergriffen. Nächst den Meibom'schen Drüsen muß die Iris genannt werden; diese erkrankt, obgleich auch sie vor keiner allgemeinen Ursache sicher ist, am häufigsten durch Gicht und Rheumatismus. Von den übrigen Membranen des Auges läßt sich in dieser Beziehung nichts mit Sicherheit aussagen.

Die meisten hier angeführten Ursachen bestehen in Anomalien der Blutmischung. Die meisten durch das Blut vermittelten örtlichen Krankheiten finden innerhalb gewisser Secretionsorgane Statt, was auch durch die obigen Angaben bestätigt wird. Nur selten tritt ein einziges Secretionsorgan vicarirend für die Thätigkeit eines anderen auf, vielmehr zeigen sich die im Blute im Uebermaß enthaltenen Stoffe zugleich in vielen Organen. Daher steht eine durch Anomalien der Blutmischung bedingte Augenkrankheit selten isolirt, sondern meistens als Complication anderer ähnlicher Störungen im Totalorganismus da. Tritt eine Augenkrankheit als vorwaltendes Leiden auf, so muß das Auge schon vorher abnorm prädisponirt gewesen sein. Aus diesem Grunde bricht eine scrophulöse Entzündung mit allen ihren Eigenthümlichkeiten nach einer mechanischen Affection des Auges bei Individuen aus, bei denen die scrophulöse Kakochymie nur wenig ausgebildet dasteht.

Bei allen diesen Erscheinungen spielen aber auch die Nerven eine Rolle mit, was schon aus dem trivialen Beispiele klar wird, daß oft Drang zum Harnen nach topischer Anwendung der Kälte erfolgt; hierbei kann die zurückgehaltene Secretion der äußeren Haut nicht die Ursache sein. Was von der Harnblase gilt, muß auch mutatis mutandis von allen anderen Organen, also auch vom Auge gelten.

b) Die Mittheilung der Erregungszustände der Nerven unter einander erfolgt erfahrungsmäßig nur da, wo zwischen den Nervenröhren graue Substanz, d. h. Ganglienkugeln angelagert sind, also im Gehirn, im Rückenmarke und in den Ganglien. Die Erregungen der Retina veranlassen nur dann eine Zusammenziehung der Pupille, wenn es den Erregungen gestattet ist, sich bis zum Gehirn fortzupflanzen, von wo aus sie auf die motorischen Nerven der Iris reflectirt werden. Wird die Continuität des Sehnerven an irgend einer Stelle unterbrochen, so vermögen nur noch Reizungen des centralen Endes desselben Bewegungen der Iris hervorzurufen. Lähmungen der Netzhaut bedingen deßhalb Unempfindlichkeit der Regenbogenhaut gegen den Lichtreiz, ohne daß die Nerven der letzteren selbst gelähmt zu sein brauchen.

Die Mittheilung der Erregungszustände von gewissen Nervenfasern auf andere scheint einestheils nach dem räumlichen Nebeneinandersein zu erfolgen, d. h. die Sympathien erstrecken sich am leichtesten und häufigsten auf die muthmaßlich benachbarten Nervenfäden, anderntheils treten aber auch Sympathien in entfernt liegenden Nervenfasern in Folge der zweckmäßigen Verrechnung des jedesmaligen organischen Geschehens auf. Die Sympathie, in der die Stellung der Sehare, die Bewegung der Pupille, das Accommodationsvermögen mit einander stehen, scheint mir mehr das Resultat einer solchen zweckmäßigen Verrechnung, in Folge deren alle diese Functionen auf einen Zweck, nämlich auf das deutliche Sehen in verschiedener Ferne hinarbeiten, als das Resultat des räumlichen Nebeneinanderseins der betreffenden Nervenfibrillen zu sein, indem bei den verschiedenen Stellungen der

Sehaxen dieselben Muskeln bald in Consensus und bald in Antagonismus treten, und indem die Sympathie der genannten Functionen mit der Lähmung des Sehvermögens aufhört. Bei jedem Unvermögen zum Sehen, namentlich aber beim schwarzen Staar, sinken die Sehaxen in ihren ursprünglichen Parallelismus zurück, und das Accommodationsvermögen geräth in Ruhe, d. h. die brechenden Mittel bekommen einen Refractionszustand, der fernen Objecten entspricht. Daher der stiere, nichtssagende Blick der Blinden. — Aus dem räumlichen Nebeneinandersein der Nervenfibrillen mag es erklärt werden, warum bei Reizungen der Conjunctiva und anderer Theile des Auges stets eine Erregung der Aeste des Nerv. facialis erfolgt, welche den Muscul. orbicularis versorgen, warum ein Schließen der Augenlieder eintritt. Daß hier das räumliche Nebeneinandersein der Nervenfibrillen die Ursache der Mittheilung ist, wird aus dem Weiterschreiten der Erregung auf andere Aeste des N. facialis bei heftiger Reizung des Auges klar; denn beim heftigen Blepharospasmus, der sich zu jeder bedeutenderen Entzündung des Auges gesellt, werden die Muskeln der Augenbraunen, der Stirn, des Gesichts alle nach und nach mit afficirt.

Uebrigens ist es oft schwer zu sagen, ob eine Nervenerregung sympathisch, oder die Folge gemeinschaftlicher Erregung durch dieselbe Ursache ist, ob im letzteren Falle die Ursache in der peripherischen Ausbreitung der Nerven oder im Centralorgan liegt? In Beziehung auf die letzte Frage hat man sich an folgende Sätze zu halten: 1) Je mehr die Nervenaffection auf einzelne Filamente eines Nerven beschränkt ist, um so peripherischer ist der Sitz der Ursache. Anatomie und Krankheitsfälle machen es mehr als wahrscheinlich, daß die rechte Sehnervenwurzel die rechte Hälfte, und die linke Sehnervenwurzel die linke Hälfte beider Netzhäute bildet. Lähmungen einzelner Stellen einer Netzhaut, oder selbst auch Lähmungen einer ganzen Netzhaut deuten daher immer auf einen peripherischen Sitz der Ursache. 2) Erreicht die Affection alle Zweige eines Nervenstammes, sind z. B. die entsprechenden Hälften beider Netzhäute gelähmt, so liegt die Ursache in dem Stamme vor seiner Theilung in peripherische Aeste, hier also hinter dem Chiasma. In diesem Falle kann die Ursache leicht bis zum Centralorgan fortschreiten, und vollständige Blindheit und selbst Tod veranlassen. 3) Sind zugleich mit allen Aesten eines Nerven auch noch andere benachbarte Nerven in ihrer Function gestört, z. B. mit den entsprechenden Hälften beider Netzhäute auch noch Aeste des Trigeminus und Oculomotorius, so liegt die Ursache im Centralorgan selbst oder nahe am Austritt der Nerven aus demselben. Hier ist die Prognose sowohl für die Sehfunction, als für das Leben des Kranken sehr mißlich. Sind gar beide Netzhäute vollständig ergriffen, und noch andere Nerven zugleich afficirt, so liegt die Ursache immer im Centralorgan.

Die genannten Sätze gelten aber mehr von den mit gesunkener, als von den mit gesteigerter Thätigkeit verbundenen Nervenaffectionen, denn bei letzteren werden die Erscheinungen gar mannigfaltig durch die Gesetze der Irradiation und Reflexion complicirt; und zwar auf eine Weise, die bis jetzt noch keine genügende physiologische Deutung zuläßt.

c. Bisher war nur die Rede von der Sympathie überhaupt; zur genaueren Darlegung des Einflusses der Nervenphysik auf die Augenheilkunde bedarf es aber noch einer Betrachtung der consensuellen und antagonistischen Erscheinungen, welche sich am Auge kund geben.

Die beiden Augen des Menschen sind in Beziehung auf ihre Function als die Auseinanderlegung eines einzigen Auges zu betrachten, wenigstens gilt dieses, wie wir aus der Betrachtung der Identität der Netzhautstellen schließen dürfen, vollständig von den beiden Netzhäuten. Diese sind gleichsam zwei Zweige mit einer Wurzel, und jedes Theilchen der einfachen Wurzel ist gleichsam in zwei Zweige für beide Augen gespalten. Man kann sich gewissermaßen die Flächen beider Netzhäute aufeinandergelegt denken, so daß die rechte Seite der Netzhaut des rechten Auges auf die rechte Seite des linken Auges zu liegen kommt. Die sich dann deckenden Theile sind, was ihre Function anbetrifft, eines und dasselbe, und liefern daher, zugleich afficirt, nur ein einfaches Bild. Hieraus, wie aus vielen anderen Thatsachen, welche größtentheils schon oben erwähnt sind, wie z. B. aus der gleichzeitigen Bewegung beider Regenbogenhäute, der entsprechenden Aenderung des Refractionszustandes beider Augen, der harmonischen Stellung beider Sehaxen und beider gleichnamigen Meridiane, dem Verhalten beider Augen beim Sehen durch verschieden gefärbte Gläser u. s. w., wird der Consensus beider Augen, wie auch der Einfluß desselben auf die Entwicklung und Beurtheilung vieler Krankheitsphänomene, welche oben näher bezeichnet sind, hinreichend deutlich. — Bei Kakochymien durch Quecksilber, Kupfer, Gicht, Scropheln u. s. w. erkranken auch nicht selten die symmetrischen Theile beider Augen. Dies erklärt sich theils aus dem Consensus, in welchem die gleichnamigen Theile mit einander stehen, und aus der gleichen Erregbarkeit der entsprechenden Nerven, theils aus den gleichen chemischen Verhältnissen derselben zum kranken Blute.

Mitempfindungen und Mitbewegungen entstehen leichter und früher in Organen derselben Seite, als in entsprechenden der anderen Seite, weil die Mittheilung nach der Länge leichter erfolgt, als nach der Quere im Rückenmarke und im Gehirne. Betrachtet man z. B. einen Schnitzel farbigen Papiers auf einem weißen Grunde lange Zeit, bis zur Ermüdung des Auges, so verschwindet auf einmal der farbige Eindruck auf eine kurze Zeit ganz, und an seine Stelle tritt der weiße Grund, so daß das farbige Bild vom weißen Grunde wie weggewischt wird. Das Verschwinden dauert übrigens nur einige Sekunden, dann taucht das objective Bild sogleich wieder hervor. Ebenso erscheint ein weißes Quadrat auf schwarzem Grunde größer, als ein schwarzes auf weißem Grunde, weil der stärkere Eindruck des Weißen sich der Nachbarschaft mittheilt. Augen mit Torpor der Retina sehen, weil sie Alles in einem schwächeren Lichte wahrnehmen, die Gegenstände kleiner, und Augen mit Hyperästhesie der Retina sehen, weil sie Alles in einem helleren Lichte wahrnehmen, die Gegenstände größer, als gesunde Augen, ebenso wie die Haut an den Stellen, wo eine schärfere Empfindung ist, auch die, die Empfindung veranlassenden Gegenstände größer wahrnimmt, als an den Theilen mit unbestimmterem Gefühl.

d) Mitempfindungen erfolgen stets zuerst und am heftigsten in den Nerven, welche mit dem gereizten Nerven in der innigsten Verbindung stehen, so bewirkt z. B. grelles Licht, oder mäßiges Licht bei sehr reizbarer Retina, Schmerz in der Stirn und Niesen; Entzündungen der inneren Theile des Auges, namentlich der Iris, veranlassen zuerst Schmerz im Auge, dann in der Stirn und in dem oberen Theile der Nase, dann in der Infraorbitalgegend und im Jochbein, zuletzt in der unteren Zahnreihe. Diese Erscheinungen sind so constant, daß man aus der Ausbreitung des Schmerzes in der Regel auf die Heftigkeit und Ausbreitung der Iritis

schließen kann. Mit einer Iritis ist immer auch Lichtscheu verbunden, weil die Reizung der Iris durch Irradiation auf die Retina übertragen wird.

Nach denselben Gesetzen wie die Mitempfindungen erfolgen auch die Mitbewegungen. Nur läßt es sich hierbei in vielen Fällen genauer nachweisen, daß die Irradiation weniger nach dem räumlichen Nebeneinandersein, als nach der zweckmäßigen Verrechnung der einzelnen mechanischen Momente zur Erreichung des jedesmaligen Zweckes erfolgt. Dies wird unwiderleglich durch den Consensus und Antagonismus, in welchen die einzelnen Augenmuskeln bei den verschiedenen Arten des Blickes treten, bewiesen (Lehrbuch der Ophthalmologie, S. 171). Dennoch scheint in einzelnen Organen die Mitbewegung nach dem räumlichen Nebeneinandersein der Nervenfibrillen zu erfolgen, so z. B. tritt mit der Contraction des Musc. rectus superior stets eine Contraction des Musc. levator palpebrae superioris, und mit der Contraction der genannten Muskeln stets, ebenso wie mit der Contraction des Musc. rectus internus eine Verengerung der Pupille ein. Diese durch Irradiation des motorischen Impulses veranlaßten Contractionen der Pupille sind ganz unabhängig von dem Einflusse des Lichtes, und können uns bei Lähmung der Retina und davon abhängiger Unempfindlichkeit der Iris gegen den Lichtreiz Aufschluß darüber geben, ob zugleich mit der Lähmung der Retina eine Lähmung der Ciliarnerven vorhanden ist. Ist die letztere zugleich mit vorhanden, so wird die Pupille bei gleichbleibendem Lichtreize und bei Bewegungen des Auges nach oben und nach innen starr und unbeweglich bleiben, was nicht der Fall ist, wenn die Ciliarnerven gesund sind.

Die Associationen der Muskeln, welche im gesunden Zustande die Mitbewegungen bedingen, ändern sich in Krankheiten auf mehrfache Weise; einestheils schwindet die Association zwischen sonst associirten Muskeln, und anderntheils treten Mitbewegungen in sonst nicht associirten Muskeln hervor. Bei normaler Beschaffenheit beider Augen wirken bei der Richtung der Sehaxen von nahen auf ferne Gegenstände beide Mm. recti externi, bei der Richtung der Sehaxen von fernen auf nahe Objecte beide Mm. recti interni, bei der Richtung der Sehaxen nach der einen oder der anderen Seite ein Mm. rectus externus und ein internus gleichzeitig. Erblindet aber das eine Auge, oder erblinden gar beide Augen, so bleiben die Sehaxen stets parallel; der Consensus beider Mm. recti externi und beider recti interni ist hier also gänzlich aufgehoben, und es ist nur noch der Consensus eines M. rectus externus und eines internus möglich. Die Ursache dieses aufgehobenen Consensus liegt in der mangelnden Sehfunction, wobei es der Retina nicht mehr gestattet ist, je nach dem Bedürfnisse des einfachen und deutlichen Sehens mit beiden Augen die Neigung der Sehaxen zu corrigiren. Aus demselben Grunde verharren auch die Sehaxen beim Schielen mit einem hohen Grade von Amblyopie des schielenden Auges beim Blicke auf nahe und ferne Gegenstände stets in demselben Neigungswinkel, ungeachtet das schielende Auge die Bewegungen des gesunden Auges nach den verschiedenen Richtungen stets concomitirend in einem kleineren Kreise mitmacht. — Der beim Schielen verkürzte Augenmuskel ändert nur mit Anstrengung das Längenmaß, welches ihm der Zustand seiner Rigidität anweist. Die nächste Folge davon ist, daß auch das andere gesunde Auge, welches an das schielende durch die Association gebunden ist, in seinen Seitenbewegungen behindert ist. Um diese Be-

hinderung auszugleichen, wendet der Kranke, namentlich beim Strabismus convergens, unwillkurlich die Gesichtshälfte, welche dem gesunden Auge entspricht, nach vorn mit schräg gestellter Richtung der Längenaxe des Kopfes, damit, bei der krankhaft vermehrten Convergenz der Seharen, das gesunde Auge bei einem gerade vorliegenden Objecte nicht nöthig hat, mit ermudender Anstrengung weiter nach außen zu rücken. Hier treten demnach die Halsmuskeln in einen neuen Consensus mit dem Augenmuskel, der nach der glücklichen Operation des Schielens sogleich wieder schwindet, indem dann der Zweck allein durch die Augenmuskeln mit Leichtigkeit erreicht werden kann.

e) Zu den consensuellen Erscheinungen gehören auch die, welche durch Mittheilungen der Erregungszustände von den Bewegungsnerven auf die Empfindungsnerven, und umgekehrt von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven, hervorgerufen werden, nämlich die Reflerempfindungen und die Reflerbewegungen.

Verstärkte Muskelcontractionen haben meistens Reflerempfindungen zunächst in den mit den gereizten Muskelnerven in innigster Verbindung stehenden sensitiven Nerven zur Folge; daher ist ein jedes schielende Auge lichtscheu, und wird von hellem Lichte um so leichter geblendet, je geringer der Grad des Schielens und je bedeutender noch die Sehkraft des kranken Auges ist, weil die Reflerempfindung, wie jede andere Empfindung, um so leichter erfolgt, je reizbarer der betreffende empfindende Nerv ist. Aus der Lichtscheu des schielenden Auges erklärt es sich, warum das schielende Auge in der Dämmerung oft besser sieht, warum manche Schielende gegen Abend anfangen doppelt zu sehen, indem die Bilder des gesunden, kräftigen Auges mit denen des kranken, reizbaren Auges in der Dämmerung mehr in's Gleichgewicht gesetzt werden, und erstere die letzteren nicht mehr so bedeutend an Intensität überragen. — Beim Krampfe der Augenmuskeln klagt der Kranke über ein Gefühl von Spannung und Druck im Auge und dessen Nachbarschaft; diese Gefühle können indessen auch die Folgen einer durch die Contraction der Muskeln veranlaßten mechanischen Reizung der den Muskeln angehörigen oder im Augapfel verlaufenden sensiblen Nerven, oder aber auch der gleichzeitigen Erregung sensibler und motorischer Fasern in peripherischer oder centraler Bahn sein; so z. B. beobachtete ich unheilbare Lichtscheu mit heftigem Augenliedkrampf bei einem Menschen, der an Tuberculosis cerebri starb. Bei sehr heftiger Contraction der Muskeln verfallen die sensiblen Nerven auch nicht selten in Erstarrung, so daß ein Gefühl von Taubheit in den sensiblen Nerven und Abnahme der optischen Sensibilität erfolgen.

Am zahlreichsten und bekanntesten sind die Reflerbewegungen, z. B. die Verengerung der Pupille durch Erregung der Retina, die Schließung der Augenlieder durch Reizung der Conjunctiva, die instinktmäßige Axenrichtung beider Augen zum Einfachsehen; die gleichzeitige verschiedene Affection identischer Nerventheile wirkt nämlich auf den entsprechenden Centraltheil als ein Reiz, der sich durch Reflexion auf die entsprechenden Augenmuskelnerven fortpflanzt, welche dann die Muskeln zu der geforderten Contraction unwillkürlich bestimmen. — Abnorme Reflerbewegungen, d. h. ungeordnete, meist sehr heftige, unwillkürliche, über die Grenzen gewöhnlicher Associationsbewegungen hinausliegende Zusammenziehungen der Muskeln erfolgen immer nach heftigen Reizungen der sensitiven Nerven durch absolut starke Reize, oder auch durch relativ starke Reize bei Hyperästhesie der

sensitiven Nerven, und ganz besonders auch bei geschwächtem oder gänzlich aufgehobenem Willenseinflusse, und zwar zuerst und am heftigsten an den Muskeln, welche mit den gereizten Empfindungsnerven im nächsten Zusammenhange stehen. Von diesen breitet sich dann unter Umständen die Reaction weiter über das motorische System aus. Bei geringer Erregung der Retina erfolgt bloß Contraction der Pupille, bei stärkerer Erregung derselben, namentlich beim Erethismus, in welchen die Netzhaut bei jeder heftigeren Entzündung des Auges, besonders der innern Theile, und auch oft bei anderen Ursachen ohne Entzündung verfällt, beschränkt sich die Erregung nicht auf die Iris, sondern erstreckt sich auch auf die Augenmuskeln und den Musculus orbicularis, so daß eine unruhige und unwillkürliche Beweglichkeit, selbst Nystagmus, Nictitatio und Blepharospasmus entstehen. Bei sehr heftiger Erregung verbindet sich selbst mit den genannten Erscheinungen Krampf des Corrugator superciliorum und der Gesichtsmuskeln. Aus den unwillkürlichen, zitternden Reflexbewegungen, in welche das Auge bei starken Anstrengungen, oder auch schon bei geringen Anstrengungen, wenn Hyperästhesie zugegen ist, verfällt, ist die Verwirrung der Gegenstände, ihre scheinbare zitternde Bewegung, das Doppelsehen und der oft hinzutretende Gesichtsschwindel zu erklären, weil die Bewegungen, wegen der zu starken Erregung, mehr unwillkürlich als willkürlich sind. — Aehnliche Erscheinungen tauchen unter Umständen auf, bei denen der Willenseinfluß auf die motorischen Nerven geschwächt ist. Bei der Anästhesie der Retina kostet jeder Versuch, kleinere Objecte zu sehen und anhaltend zu fixiren, Anstrengung, das Auge geräth dabei in Unruhe, weil der Wille den Reflexionen nicht hinreichend mehr entgegen zu wirken vermag. Beim Nystagmus, dessen wahre Ursache Schwäche mit krankhafter Convulsibilität der Augenmuskeln ist, werden die unwillkürlichen Bewegungen der Augen durch Alles, was den Willenseinfluß auf dieselben schwächt, bedeutend verstärkt, z. B. durch Verlegenheit, Schaam, Zorn u. s. w. Unter ganz ähnlichen Umständen fangen auch oft Menschen, die sonst nicht zu schielen pflegen, zu schielen an, oder schielen stärker, wenn sie vorher auch schielten.

f) Seit langer Zeit ist es schon bekannt, daß der N. sympathicus sich nicht darauf beschränkt, die Eingeweide der Brust- und Bauchhöhle mit Zweigen zu versorgen, sondern daß er mit den Gefäßen auch zu den übrigen Theilen des Körpers tritt und sich einigen Nerven anschließt. Zum Auge tritt er vorzugsweise durch das Ganglium ciliare und durch einige andere Zweige, die mit den Cerebralnerven, namentlich mit dem N. trigeminus Verbindungen eingehen. Es stehen also die verschiedenen Theile des Auges unter sich und mit dem Totalorganismus nicht bloß durch Blutgefäße und Cerebrospinalnerven, sondern auch durch sympathische Nerven in Verbindung. Durch diese Verbindung werden gewisse sympathische, consensuelle und antagonistische Erscheinungen bedingt, von denen ich jetzt die wichtigeren in Kürze erwähnen werde.

Der N. sympathicus, dessen Selbstständigkeit, ungeachtet einer gewissen Abhängigkeit desselben vom Gehirn und Rückenmark, in neuerer Zeit evident erwiesen ist, steht, wie überall, so auch im Auge, der Thätigkeit der Gefäße und den organischen Processen vor, ohne Zweifel aber auch den organischen Bewegungen der Iris, und speciell denjenigen, welche die Erweiterung der Pupille bedingen. Die Erweiterung wird durch die vom Ciliar- nach dem Pupillarrande laufenden Radialfasern, die Verengerung durch die Ringfasern vermittelt. Letztere werden wahrscheinlich vom Oculomotorius,

also vom Gehirn aus beherrscht, obgleich auch die dadurch bewirkten Bewegungen unwillkürlich sind, weil die vom Oculomotorius stammenden Irisnerven durch ihr Eintreten in das Ganglion ciliare ihrer Willkür beraubt werden.

Die Wirkung eines Reizes beschränkt sich im N. sympathicus noch weniger als in den Cerebrospinalnerven auf die Stelle des Nerven, welche primär getroffen wird, sondern geht weiter, und in vielen Fällen sind die wahrnehmbaren Folgen der Erregung nicht an den Collisionspunkten, sondern nur oder vorzugsweise an weit entlegenen dritten Orten wahrnehmbar. Aus dem Grunde bringen leichte Verletzungen der Ciliarnerven, der Retina, der Orbita, welche an der verletzten Stelle kaum einen leichten Schmerz hervorrufen, oft schon heftiges Würgen und Erbrechen hervor, das durch Opium, innerlich genommen, am schnellsten und sichersten gestillt wird. — Wird bei einem Hunde der Sympathicus und Vagus, die innig zusammenhängen, am Halse durchschnitten, so erfolgt zuerst durch den Reiz der Durchschneidung eine starke Erweiterung, und gleich darauf mehrmals wiederholte, verstärkte und dann bleibende Contraction der Pupille. Dabei tritt die Palpebra tertia, deren Muskel von einem willkürlichen Gehirnnerven, dem Oculomotorius, versorgt wird, stärker hervor, die Gefäße des Auges verlieren ihren Tonus, das Auge röthet sich und sondert eine größere Quantität Eiter und Thränen ab. Durchschneidet oder unterbindet man den zweiten Vagusknoten (das Analogon des Plexus gangliiformis des Menschen), so verkleinert sich die Pupille, und wird dabei länglichrund und nach oben winkelig. Exstirpirt man dagegen den obersten Halsknoten des Sympathicus, so wird die Pupille ebenfalls eng, oval, aber nach unten zu eckig. Am entscheidensten sind die Versuche, welche sich auf die bloße Trennung der entsprechenden sympathischen Wurzelgebilde beziehen. Legt man bei einem Kaninchen den zweiten Knoten des Vagus bloß, und durchschneidet man die Wurzelfäden, welche in seine Hinterseite treten, so wird die Pupille kleiner, länglich und oben winkelig. Die Durchschneidung des Halsstammes des Vagus unterhalb des genannten Ganglion soll diesen Erfolg nicht haben. Ebenso soll die Pupille unverändert bleiben, wenn man den freien Halsstamm des Sympathicus trennt. Die oben geschilderten Modificationen sollen aber erfolgen, sobald die an der äußeren und hinteren Seite desselben eintretenden Wurzelbündel verletzt werden. In diesen Thatsachen ist der Schlüssel zur Erklärung der verschiedenen Veränderungen, welche die Pupille, sowohl in Bezug auf ihre Form, als hinsichtlich der Beschaffenheit ihres Randes bei Krankheiten erleidet, zu suchen.

Die Regenbogenhaut bekommt also ihre Primitivfasern nicht bloß von dem Oculomotorius und Trigeminus, sondern auch mittelbar von dem obersten Halsknoten des Sympathicus. Diejenigen Nervenfasern der Iris, welche vom Sympathicus kommen, scheinen nach obigen und noch anzuführenden Thatsachen mit denen vom Oculomotorius und Trigeminus in einem antagonistischen Verhältnisse zu stehen; Lähmungen und Durchschneidungen des Sympathicus und des Theiles des Trigeminus, mit dem die zum Auge tretenden sympathischen Fasern sich verbinden, bedingen, ebenso wie directe Reizungen des Oculomotorius und Aufregungen des Trigeminus in einem weiteren Kreise, einen vermehrten Einfluß des Oculomotorius und deßhalb Verengerung der Pupille, während Reizung des Sympathicus und Lähmung des Oculomotorius und des Trigeminus den Einfluß des Oculomotorius schwächen und Erweiterung der Pupille

veranlassen. Dasselbe beweisen die neuesten Versuche mit der electromagnetischen Rotationsmaschine: werden die beiden Leitungsdräthe derselben, während die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird, auf das Auge eines geköpften Thieres, bei dem der Gehirneinfluß gelähmt ist, aber die Thätigkeit des Sympathicus noch fortdauert, gesetzt, so erfolgt Erweiterung der Pupille, während ich bei einem lebendigen Thiere Verengerung habe eintreten sehen. Wird Belladonna in das Auge geträufelt, so wird, wegen Schwächung der sensitiven Ciliarnerven, der Einfluß des Sympathicus verstärkt und die Pupille erweitert, ebenso wie das Herz im Starrkrampf stehen bleibt, wenn man eine Auflösung des Strychninum purum in Wasser mit der inneren Wand des Herzens in Berührung bringt.

Die Bewegungen der Iris sind denen des Herzens vergleichbar; sie bewirken einen ewigen Wechsel zwischen Erweiterung und Verengerung der Pupille, gleich den Pulsationen des Herzens. Die Iris besitzt, ebenso wie das Herz, ihren eigenthümlichen Ganglienknoten, das Ganglion ciliare oder ophthalmicum, welches sowohl trophische, als sensitive und motorische Fasern enthält. Die letzteren werden ohne Zweifel durch den Durchtritt durch das Ganglion dem Willen entzogen und dadurch fähig, den Tonus der Irisfasern und ihren unaufhörlichen Wechsel zwischen Contraction und Erschlaffung mit zu unterhalten. Daß in dem Ganglion ciliare der Willenseinfluß aufgehoben werde, dürfen wir aus der Analogie schließen, indem wir bei solchen Thieren, deren Iris direct mit Gehirnnerven versehen ist, wie z. B. bei der Zibethkatze, willkürliche Bewegungen derselben antreffen. Die neuesten galvanischen Versuche an den zum Herzen tretenden Gehirnnerven beweisen außerdem die große Analogie des Herzens mit der Iris. Der Einfluß des Nerv. sympathicus vermittelt den Antrieb zur Thätigkeit des Herzens, während der Einfluß des Nerv. vagus die Thätigkeit des ersteren in Schranken erhält, d. h. den Regulator für die Erreichung allgemeiner Zwecke für das Ganze bildet. Wird dieser regulirende Einfluß durch Reizung des Sympathicus relativ geschwächt, oder durch Durchschneidung beider Nerv. vagi gänzlich vernichtet, so geräth das Herz meistens in eine stürmische Aufregung, was ich öfter mehre Stunden lang nach dieser Operation beobachtet habe. Wird dagegen der Einfluß beider Nerv. vagi durch ihre gleichzeitige Reizung mittelst des Rotationsapparates gesteigert, so geräth das Herz in Ruhe und Erschlaffung, weßhalb es vom andringenden Blute ausgedehnt wird. Leider läßt sich die Funktion des Nerv. sympathicus, die Herzthätigkeit zu beschleunigen, nicht direct durch isolirte Einwirkung auf die Nerven beweisen, obgleich sie aus anderen Gründen höchst wahrscheinlich wird. Die Function des Nerv. vagus, die Herzthätigkeit zu vermindern, ist dagegen direct durch Versuche bewiesen und außer allen Zweifel gesetzt. — Eine besondere Analogie des Verhältnisses des Nerv. trigeminus zu den sympathischen Fasern der Iris mit dem Nerv. vagus und den sympathischen Nerven des Herzens läßt sich noch aus folgenden Thatsachen nachweisen: nicht zu heftige Reizungen einzelner Aeste des Trigeminus, welche mit dem Ganglion ophthalmicum in näherer Beziehung stehen, pflanzen oft ihren Reiz auf die sympathischen Nerven der Iris fort und bedingen Erweiterung der Pupille, während heftige Reizungen des Ramus ophthalmicus oder auch noch anderer Aeste sich in einem stärkeren Grade auf den Oculomotorius reflectiren, und dadurch Verengerung der Pupille bewirken. Ein dreizehnjähriger Knabe bekam auf die Gegend, wo der Supraorbitalnerv liegt, einen Schlag mit einem

Stocke, der die Erscheinung einer leichten Contusion zurückließ. Der Knabe hatte nur wenig Schmerz, konnte genau mit dem Auge sehen, aber die Pupille war erweitert, nach oben hin verzogen und unbeweglich, in welchem Zustande sie längere Zeit verharrte. — Einem anderen Menschen scarificirte ich, wegen eines Ektropiums, öfter das untere Augenlied, und stets, so oft ich einige Schnitte am äußeren Augenwinkel machte, erweiterte sich die Pupille und blieb, bis die Wunden geheilt waren, unverändert. — Berührt man z. B. den Vorhof des Herzens mit den genäherten Enden der Leitungsdräthe, wenn der Strom durch Verlegung des Ankers geschwächt ist, so hört die Bewegung desselben auf der berührten Seite auf, während der Ventrikel zu pulsiren fortfährt. Dieser Stillstand ist eine Wirkung der Unthätigkeit der Muskeln des Vorhofes, denn seine Wände sind während desselben nicht contrahirt, sondern erschlafft, und werden allmählig durch das eindringende Blut, das weniger Widerstand findet, so ausgedehnt, daß der Vorhof strotzend erfüllt wird. Berührt man den Vorhof auf dieselbe Weise, wenn der Strom sich nach Entfernung des Ankers in voller Kraft befindet, so steht er auch still, aber nicht im Zustande der Erschlaffung, sondern im heftigsten Zustande der continuirlichen Zusammenziehung, weil er sich im tonischen Krampfe befindet, so daß das Blut weder durch ihn hindurch, noch in ihn hinein treten kann. Dieser tonische Krampf dauert auch noch nach Entfernung der Dräthe einige Zeit fort, und die Vorkammer beginnt erst spät und langsam ihre rhythmischen Bewegungen von Neuem.

Das aus den angeführten Thatsachen sich herausstellende Verhältniß der Gehirnnerven zum Nerv. sympathicus giebt uns die Erklärung zu mannigfaltigen pathologischen, am Auge auftretenden Erscheinungen. Bei Reizungen des Unterleibes, beim Wurmreiz, bei der Gastromalacie, der Onanie, bei kleinen Kindern, bei denen das vegetative Leben, also der Nerv. sympathicus vorherrscht, ist die Pupille weit; ebenso bei Lähmungen des Gehirns durch Blut-, Eiter-, Wassererguß in dasselbe, bei Lähmungen des Nerv. oculomotorius, trigeminus und der Retina. Bei der Febris nervosa stupida, wobei Torpor des Gehirns vorwaltet, ist die Pupille weit. Dagegen wird die Pupille eng bei relativ oder absolut vermindertem Einflusse des Sympathicus, z. B. bei Unterleibs- und Rückenmarkslähmungen, bei Torpor des Unterleibes mit hartnäckiger Verstopfung, z. B. bei Scrophulösen (bei denen dann nicht selten gleichzeitig auch Lichtschen eintritt), im hohen Alter, wo das vegetative Leben zurücktritt, bei Reizungen und Entzündungen des Gehirns, der Augen und ihrer Nerven, beim Krampfe der Augenmuskeln und der Iris, bei Neuralgien des Ramus ophthalmicus nervi trigemini.

Ein ähnliches Verhältniß wie zwischen den sympathischen Nerven des Herzens und dem Nerv. vagus waltet auch ob zwischen den sympathischen Nerven der Gefäße und den entsprechenden Cerebrospinalnerven. Es ist jetzt eine ausgemachte Sache, daß der Tonus der Gefäße vom Nerv. sympathicus abhängt. Die erhöhete Erregung des letzteren ist daher zu entnehmen aus der Zunahme des Tonus. Die Zunahme des Tonus wird erschlossen aus der größeren Härte, Spannung und der geringeren Anfullung, dagegen die Abnahme desselben aus der größeren Anfüllung, Ausdehnung und Weichheit der Ader. Bei vollständiger Lähmung des Theiles des Nerv. sympathicus, welcher zum Auge tritt, z. B. bei einem Leiden des Ganglion Gasseri oder des Stammes oder des Ursprunges des Nerv. trigeminus, wird die Conjunctiva geröthet, mit dunkeln, varicösen Blut-

gefäßen durchwebt, und sondert eine große Quantität eines dicken Eiters ab; die Hornhaut trübt sich, in ihrem Centrum lagert sich ein milchweißes Exsudat ab; die Gefäße der Iris treten deutlich hervor; allmählig nehmen der Eitererguß und die Trübung in der Hornhaut zu, so daß die Iris ganz verdeckt wird; die vordere Augenkammer füllt sich, unter Zunahme der Gefäßinjection, mit weißem Exsudate; auf der Hornhaut bildet sich ein Geschwür, welches mit einer trocknen gelblichen Kruste bedeckt ist, und bisweilen eine Ruptur der Hornhaut, Ausfließen der Augenflüssigkeiten und Einschrumpfen des Bulbus bedingt. Aus einer anderen Reihe von Erscheinungen läßt sich darthun, daß, ebenso wie die Erregung des Herzens im umgekehrten Verhältnisse zu der Erregung des Nerv. vagus steht, auch der Tonus der Adern mit der Erregung der motorischen und sensitiven Cerebrospinalnerven im umgekehrten Verhältnisse sich befindet; vermehrte Erregung der letzteren bringt Verminderung des Tonus zu Stande und umgekehrt. — Eine nicht sehr heftige, kurze Zeit andauernde, aber öfter wiederkehrende krampfhafte Erregung der Muskeln bewirkt, ebenso wie eine häufig wiederholte, starke, willkürliche Anstrengung derselben, eine Ueberfüllung ihrer Blutgefäße, Vermehrung der Absonderung, der Ernährung und des Contractionsbestrebens. Die betreffenden Augenmuskeln bekommen dadurch ein materielles Uebergewicht über ihre Antagonisten, so daß, bei Zunahme desselben, es nicht mehr in der Macht des Kranken liegt, sie anhaltend und unter allen der Function des Auges angemessenen Verhältnissen durch willkürliche Anregung der Antagonisten zu überwinden. Auf diese Weise bildet sich durch häufige willkürliche oder unwillkürliche einseitige Erregungen, am leichtesten durch leichte Entzündungen einzelner Augenmuskeln, Schielen mit Hypertrophie der Muskelsubstanz aus. Hiergegen darf man nicht einwenden, daß der Muskel in Folge heftiger und anhaltender Krämpfe blaß, atrophisch und tendinös wird, denn hierbei hemmt der anhaltende, heftige Druck der gesammten Muskelfasern mechanisch den Andrang des Blutes und die Ernährung.

Dem angeführten Gesetze gemäß, daß der Tonus der Gefäße mit der Erregung der Cerebrospinalnerven im umgekehrten Verhältnisse stehe, hat auch eine erhöhte Erregung der sensitiven Nerven eine verminderte Erregung der Gefäßnerven, also Erschlaffung, Ausdehnung und Turgescenz der Gefäße, und umgekehrt eine verminderte Erregung der ersteren eine vermehrte der letzteren zur Folge. Ist mit einer Anästhesie der Cerebrospinalnerven eine Lähmung der Gefäßnerven verbunden, so sind beide von der nämlichen Ursache, wie z. B. bei der Durchschneidung des Nerv. trigeminus innerhalb der Schädelhöhle, gelähmt.

Bei einer jeden Hyperästhesie des Auges und seiner Nachbarschaft bilden sich, wegen der erweiterten und erleichterten Communication zwischen den Thätigkeiten der verschiedenen Nerven, nicht nur in den benachbarten sensiblen Nerven sehr leicht irradiirte Empfindungen, und in den von den entsprechenden motorischen Nerven abhängigen Organen Reflexbewegungen, sondern auch in den vom Nerv. sympathicus abhängigen Gebilden Störungen der Blutbewegung, Congestion, Hitze, Vermehrung der Absonderungen aller Art. Die Erscheinungen heucheln die auffallendste Aehnlichkeit mit einer Entzündung, unterscheiden sich von dieser aber durch ihr meistens plötzliches Auftreten und Verschwinden, durch die Unregelmäßigkeit der Paroxysmen, durch die vollkommene Intermission und durch das Ausbleiben der bei der Entzündung gewöhnlichen Exsudate, indem hier kein Stillstand

der Circulation, wie bei der Entzündung, sondern nur eine durch die Ausdehnung der Gefäße bedingte Verlangsamung derselben, eine Congestion zugegen ist. Eine solche Congestion geht aber sehr leicht in Entzündung, d. h. in Stockung und Exsudation über.

Von jeher hat man einen Unterschied zwischen einer activen und einer passiven Congestion und Entzündung gemacht, einen Unterschied, der auch einigermaßen in der Natur begründet ist; denn activ kann man die Congestion und Entzündung nennen, wenn die Ausdehnung der Gefäße und Turgescenz des Blutes von einer primären Aufregung der sensitiven Nerven erregt und unterhalten wird, dagegen passiv, wenn als Ursache der Ausdehnung der Gefäße und der Turgescenz des Blutes eine Lähmung der sensitiven und sympathischen Nerven zu betrachten ist, wie z. B. nach der Durchschneidung und Lähmung des Nerv. trigeminus. Aus dieser Betrachtung wird es erklärlich, weshalb man, obgleich man bei einer jeden Congestion anfangs ableitende Mittel zu verordnen hat, um die Gefäße zu entleeren und ihnen die Möglichkeit zur Contraction zu verschaffen, bei der activen Congestion und Entzündung zugleich zur Beruhigung der sensitiven Nerven Narcotica und Kälte, dagegen bei der passiven erregende Mittel mit Nutzen auf das Auge anwendet.

Das entgegengesetzte Verhalten der sympathischen Nerven der Gefäße zu den sensitiven Nerven des Auges wird außer den genannten noch durch manche specielle Erscheinungen bewiesen. Bei der Neuralgia rami opthalmici nervi trigemini stellen sich während des Anfalles stets Röthung der Conjunctiva, Erhöhung der Temperatur und Dacryorrhysis ein, die mit dem Anfalle wieder verschwinden. Aehnlich verhält es sich bei der Nyctalopie, der Photophobie und jeder anderen Hyperästhesie des Nerv. opticus, nur beschränkt sich hier die Congestion nicht bloß auf die Conjunctiva und die Thränendrüse, sondern erstreckt sich auch auf die Retina und selbst auf das Gehirn, und da in diesen Fällen die Hyperästhesie und die damit verbundene Ueberfüllung der Blutgefäße anhaltender ist, so erfolgt nicht selten eine varicöse Ausdehnung einzelner oder vieler Gefäße, welche dann durch ihren Druck die Function der Retina auf mannigfaltige Weise stören. — Bei der reinen Lähmung des Ramus ophthalmicus nervi trigemini veranlassen Reizungen der Conjunctiva keine Röthung, keinen Thränenfluß und kein Blinzeln. -- Bei langwieriger Lähmung der Retina wird die Conjunctiva blaß, die Cornea trübe wegen mangelnder Abschilferung des Epitheliums; das Auge wird weicher, atrophisch, die Thränen versiegen. Uebrigens kann dieselbe Ursache, welche auf den einen Nerven lähmend wirkt, auf einen anderen, der weniger davon ergriffen wird, reizend wirken, weßhalb man neben einer Lähmung der Retina bisweilen eine verstärkte Reizbarkeit der Gefühlsnerven des Auges findet. Die vollkommen erblindeten Augen sind dann bisweilen höchst empfindlich gegen Berührung, blinzeln sehr lebhaft, röthen sich sehr leicht, ja leiden selbst, obgleich nur selten, an schmerzhafter Lichtscheu. Die Lichtscheu rührt daher, daß das erblindete Auge noch empfänglich bleibt für das Licht als allgemeine Reizpotenz oder für dessen Wärmestrahlen. In solchen Fällen reagirt auch die Pupille gegen den Lichteindruck, ebenso wie gegen das Einschlürfen von kaltem Wasser in die Nase.

VI. Anatomie in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Der Einfluß der Anatomie auf die Augenheilkunde ist zu allgemein anerkannt, als daß es hier zur Begründung desselben einer weitläufigen Auseinandersetzung bedürfte. Ich werde mich daher in dem Nachfolgenden noch mehr, als in den früheren Capiteln, auf die Erörterung einiger interessanter Punkte beschränken.

1. Nicht selten begegnen dem Praktiker Fälle, in denen bei normaler Structur aller übrigen Theile des Auges eine unbedeutende Verkürzung oder überwiegende Kraft des äußeren geraden Augenmuskels als die nächste Ursache einer bedeutenden Störung des Sehvermögens erscheint. Die Störung des Sehvermögens steht unter solchen Umständen in Hinsicht ihrer Stärke in gar keinem Verhältnisse zu der geringen Abweichung der Sehaxe von ihrer normalen Richtung, während beim eigentlichen Schielen die Störung des Vermögens mit dem Grade und mit der Dauer der Störung in der Richtung der Sehaxe stets im directen Verhältnisse steht. Zwar ist beim abwechselnden Schielen, bald des einen und bald des anderen Auges, sowohl bei dem nach innen, als bei dem nach außen, in manchen Fällen das Refractionsvermögen und die Sehkraft beider Augen verschieden, in anderen Fällen aber auch ganz gleich und ungeschwächt. Jene Verschiedenheit hängt dann aber nicht von dem Schielen ab, sondern von andern, oft angebornen Verhältnissen. In den Fällen aber, in welchen nur ein Auge schielt, verharrt dieses Auge stets in einer gewissen Unthätigkeit, und dann steht die Abnahme des Sehvermögens desselben immer mit dem Grade und mit der Dauer des Schielens im direeten Verhältnisse. Die Fälle dieser letzteren Art verhalten sich also ganz anders, als die oben bezeichneten, bei denen eine nur schwache Verkürzung des äußeren geraden Augenmuskels mit einer bedeutenden Amblyopie verbunden ist.

Die Erklärung dieser Thatsache ist im höchsten Grade schwierig, und ich muß gestehen, daß es mir bis jetzt noch nicht vollkommen hat gelingen wollen, alle hierher gehörigen Momente mit einander in Einklang zu bringen. Zwar veranlaßt aus mehrfachen Gründen schon eine geringe Störung in der Funetion irgend eines Augenmuskels, wenn sie lange dauert, allmälig eine Abnahme der Sehkraft. Jene Gründe allein geben uns aber noch keinen genügenden Aufschluß darüber, warum die Sehkraft schneller und stärker bei der übermäßigen Anspannung des äußeren geraden Augenmuskels, als bei der der übrigen Muskeln des Auges abnimmt. Zunächst scheint die Erklärung in der anatomischen Construetion des äußeren geraden Augenmuskels, die von der der übrigen Augenmuskeln abweicht, und in dem damit zusammenhängenden größeren Einflusse desselben auf die Function der Gehülfsnerven des Auges gesucht werden zu müssen. Der äußere gerade Augenmuskel entspringt nämlich mit zwei Köpfen. Der untere größere Kopf ist ein Theil des flechsigen Bandes, welches in der flachen Rinne befestigt ist, die im obern Theile des rundlichen Ausschnittes liegt, in dem die Fissura orbitalis superior anfängt. Der andere Kopf kommt von der Periorbita des knöchernen Balkens, der zwischen dem Foramen opticum und der Fissura orbitalis superior liegt, und hängt mit der Scheide des Sehnerven zusammen. Beide Köpfe vereinigen sich in einem eoneaven Bogen, und umgeben so eine Oeffnung, durch welche in einem Bündel der Nerv. oculomotorius,

trochlearis, abducens, der ramus ophthalmicus des Trigeminus und einige Zweige des Sympathicus in die Orbita übergehen. Die genannten Nerven stehen mannigfaltigen Functionen der Theile des Auges und seiner ihm angehörigen benachbarten Organe vor, und üben so indirect einen wichtigen Einfluß auf die Verrichtungen des Nerv. opticus aus. Auch liegt der Gedanke nicht fern, daß diese Nerven außer einem mittelbaren, auch noch einen unmittelbaren Einfluß auf die Sehkraft ausüben möchten. Mehre Physiologen und Aerzte behaupten in der That, daß die optische Sensibilität bei Beeinträchtigung des Einflusses der genannten Nerven abnehme, und daß sie wiederum steige, wenn jene Behinderung aufhöre. Wäre diese Annahme der Natur der Sache angemessen, was sie, wie oben S. 270 erwähnt ist, nicht ist, so wäre die Thatsache leicht zu erklären, daß eine Verkürzung des äußeren geraden Augenmuskels und eine damit verbundene Anspannung und Abflachung des von seinen beiden Köpfen gebildeten Bogens, durch welchen die Gehülfsnerven treten, durch den damit verbundenen Druck auf diese Nerven, einen hemmenden Einfluß auf die Function der Retina ausübt. So viel ist gewiß, daß eine widernatürliche Anspannung des äußern geraden Augenmuskels eine stärkere Behinderung der Sehfunction veranlaßt, als die Anspannung der übrigen Augenmuskeln, und daß die Durchschneidung desselben eine schnelle Steigerung der optischen Sensibilität herbeiführt. Der Druck dieses Muskels auf die Gehülfsnerven scheint bei dieser Art der Amblyopie eine große Rolle zu spielen, wogegen man nicht einwenden kann, daß es gewisse Fälle des Schielens nach außen giebt, bei denen die Sehkraft durchaus nicht gestört ist. Dies waren nach meiner Beobachtung aber stets solche Fälle, wo abwechselnd bald das eine, bald das andere Auge schielte. Hier wirkte also der Druck nicht permanent, und ein momentan eintretender und ebenso schnell verschwindender starker Druck wirkt erfahrungsmäßig bei weitem nicht so nachtheilig, als ein permanenter schwacher.

2. Die meisten Schriftsteller über Staaroperationen empfehlen, nachdem der Einstich mit der Nadel 1—1½ Linien vom Rande der Hornhaut entfernt, etwas über oder unter dem Querdurchmesser des Auges in die Sclerotica gemacht, und die Nadel etwa 4 Linien tief eingedrungen ist, dieselbe mit nach hinten gerichteter Spitze in die hintere Augenkammer zwischen der Iris und der Linsenkapsel, durch gewisse wohlbekannte Bewegungen gleiten zu lassen. Dieses letzere ist aber theils nicht wohl thunlich, theils auch nachtheilig. Sticht man nämlich etwas weiter als eine Linie vom Rande der Hornhaut die Nadel ein, so ist es wegen der anatomischen Construction des Auges nicht wohl möglich, mit der Nadel in die hintere Augenkammer zu gelangen, ohne die Zonula Zinnii, den hinteren seitlichen Theil der Linsenkapsel und, was das Schlimmste ist, die so nerven- und gefäßreichen Ciliarfortsätze zu verletzen, denn die Zonula heftet sich nach vorn an den größten Umfang der Linsenkapsel an, und setzt sich dann bis zur vorderen Fläche derselben fort; die Ciliarfortsätze greifen, wie bekannt, in die Vertiefungen des Strahlenblättchens (Zonula) ein, sind innig mit diesem verbunden und dadurch im Zusammenhange mit der Linsenkapsel. Ich bin überzeugt, daß die bedeutenden Verletzungen, welche bei der besagten Operationsmethode durch Zerreißungen der genannten Theile stattfinden, gegen diese Methode großes Mißtrauen erregen müssen; denn da der Organismus gegen alle gerissenen und gequetschten Wunden stärker und anhaltender reagirt, als gegen einfache Schnittwunden, so scheint in ihnen der Grund gelegen zu sein, warum so häufig acute und chronische, den Verlust

des Sehvermögens auf mannigfache Weise bedingende Entzündungen nach solchen Operationen entstehen. Hierzu kommt noch, daß man besonders bei weichen Staaren, bei denen der Zwischenraum zwischen der Linsenkapsel und der Uvea außerordentlich klein, oder selbst ganz verschwunden ist, auch bei der größten Geschicklichkeit mit der Nadel nicht zwischen diese beiden Organe dringen kann, ohne letztere zu verletzen, was gleichfalls sehr unangenehme Folgen nach sich ziehen kann; denn einestheils giebt es Veranlassung zu einer Iritis, mit leicht darauf folgender Synicesis pupillae, anderntheils passirt es häufig, daß durch das gewöhnlich gebräuchliche Manoeuvre die Kapsel nicht gehörig zerstückelt wird, und nun durch Ablagerungen auf der Kapsel Nachstaare entstehen.

Um solche nachtheilige Verletzungen zu vermeiden, habe ich ein nach richtigeren anatomischen Begriffen geleitetes Verfahren ausgebildet, und dasselbe schon seit einer Reihe von Jahren mit günstigerem Erfolge ausgeübt. — Den ersten Act der mit der Nadel durch die Sclerotica zu verrichtenden Staaroperation mache ich ganz so, wie es von den besten Augenärzten angerathen wird. Beim zweiten Acte der Operation suche ich aber nicht, wie man es sonst zu thun pflegt, mit der Nadel in die hintere Augenkammer zwischen Iris und Linsenkapsel zu dringen, weil dies theils schädlich, theils, wie schon gesagt, nicht wohl thunlich ist, sondern ich halte mich mit der Nadel, deren Convexität nach vorwärts, deren Concavität und Spitze nach rückwärts, und deren Schneiden nach oben und unten gerichtet sein müssen, etwa $\frac{1}{2}$ Linie von der Uvea entfernt, mache darauf, nachdem die Nadel $1\frac{1}{2}-2$ Linien tief in das Auge eingedrungen ist, mit der Schneide derselben einen perpendiculären Schnitt durch den äußeren seitlichen Theil der Linsenkapsel, und dringe nun zwischen Kapsel und Linse so weit vorwärts, bis die Spitze der Nadel vor der Mitte der Pupille erscheint. Jetzt drehe ich die Spitze der gekrümmten Nadel nach vorwärts, und durchschneide die Kapsel von innen nach außen und von oben nach unten, so daß 4 Lappen gebildet werden. Der dritte und vierte Act wird auf die bekannte Weise verschieden verrichtet, je nachdem die Depressio, oder die Reclinatio, oder die Dissectio gemacht werden soll. — Die Vortheile dieser sich aus der Anatomie des Auges ergebenden Methode sind in meinem Lehrbuche der Ophthalmologie erörtert.

3. Die Linsenkapsel hängt durch das Strahlenblättchen und in der tellerförmigen Grube auf das Innigste mit dem Glaskörper zusammen. Bei einfachen grauen Staaren und selbst bei vollkommen ausgebildeten erleidet dieser Zusammenhang nur selten eine Beeinträchtigung; daher ist der vielfach von den Augenärzten ertheilte Rath, die Linse sammt der Kapsel zu dislociren, im Allgemeinen unrichtig. In den meisten Fällen kann man die Kapsel nur zerstückeln, die Lappen schrumpfen dann zusammen und lagern sich um den Ciliarkörper, wo sie ohne Nachtheil liegen bleiben. Zerstückelungen der hinteren Kapselwand sind, wegen der innigen Verwachsung derselben mit der Hyaloidea in der tellerförmigen Grube, nutzlos, weil die Wundränder sich hier nicht zurückziehen können, sondern sehr schnell wieder mit einander verheilen. Aus diesem Grunde halte ich alle bisherigen Versuche, sogenannte Verdunkelungen der hinteren Kapselwand, die zum Glück nur selten vorkommen, durch operative Eingriffe zu entfernen, für vergeblich. Wollte man bei Extractionen der gewöhnlichen Linsenstaare nach geöffneter Hornhaut die Linsenkapsel mit einem Häckchen oder mit einer Pincette ausziehen, so würde man sie nur unter den bedeutendsten Zerreißungen

und auch dann nicht ohne einen Theil des Glaskörpers herauszubefördern vermögen. Nur bei der Cataracta arida siliquata und bei einigen durch Entzündung entstandenen Staaren, bei denen sich zwischen der Kapsel und ihrer Nachbarschaft Exsudate ergossen haben, ist die Kapsel von ihrer Nachbarschaft gelöst, so daß sie zugleich mit der Linse dislocirt oder extrahirt werden kann.

4. Die Iris ist in Beziehung auf ihren anatomischen Bau ein höchst künstliches und complicirtes Organ, welches den verschiedendsten Functionen vorsteht, und den mannigfaltigsten Krankheiten unterworfen ist. Ihr großer Reichthum an arteriellen Gefäßen ist ohne Zweifel darauf berechnet, die Secretion der wässerigen Feuchtigkeit und des so reichlich vorhandenen Pigments der Uvea zu vermitteln, während die zahlreichen Venen dem Rückflusse des Blutes und der Resorption vorstehen. Da das Gefäßsystem auf der hinteren Fläche der Iris von einer dicken Lage des schwarzen Pigments bedeckt ist, so ist es wahrscheinlich, daß hiermit die stärkere Resorptionskraft in der vorderen Augenkammer, in der die Gefäße freier liegen, zusammenhängt. Eben dieser Reichthum an arteriellen Gefäßen, in Verbindung mit zahlreichen, sehr sensiblen Nerven, bedingt aber auch die große Neigung der Regenbogenhaut zu Entzündungen, welche meistens schnell Exsudationen, varicöse Ausdehnung der Venen u. s. w. veranlassen. Der innige Zusammenhang der Gefäße der Iris mit denen des Ciliarkörpers und der Conjunctiva am Rande der Hornhaut erklärt uns den Umstand, daß Entzündungen und venöse Stockungen in der Iris sich so leicht dem Ciliarkörper, dem Circulus venosus orbiculi ciliaris und der Conjunctiva am Rande der Hornhaut mittheilen, während derartige Affectionen bei weitem nicht so leicht auf die Choroidea und noch schwieriger auf die Retina fortschreiten; denn die Affectionen rücken, wie oben gesagt, ohne Schwierigkeit innerhalb einer bestimmter Capillargefäßverbreitung, die meistens bis zur Grenze eines Organs zu reichen pflegt, vor. Die Anatomie bestätigt diesen Satz vollkommen.

Obgleich die Choroidea mit ihrem Spannmuskel, mit dem Corpus ciliare, mit den Processus ciliares und mit der Iris ein Ganzes bildet, so behauptet jeder der genannten Theile im erwachsenen Menschen doch auch eine gewisse Selbstständigkeit für sich und erhält ein bis zu einem gewissen Grade für sich bestehendes Capillargefäßsystem. — Die arteriellen Quellen des Blutes, welches die Choroidea durchströmt, sind die Arteriae ciliares posticae breves. Sie sind Aeste der Arter. ophthalmica, etwa 20 an der Zahl und von verschiedener Größe. Einige von ihnen treten dicht neben einander liegend gerade im hinteren Pole des Auges in dasselbe ein, die übrigen durchbohren die Sclerotica schief von hinten nach vorn im Umkreise des Sehnerven und in verschiedenen Entfernungen von demselben. Nachdem sie in die Choroidea eingetreten sind, laufen sie, sich fortwährend gabelförmig theilend, von hinten nach vorn gegen die Ciliarfortsätze hin. Die Aeste, in welche sie zerfallen, kann man in Rücksicht auf die Systeme, in welche sie übergehen, in äußere, innere und vordere theilen. 1) Die äußeren Aeste gehen, ohne in Capillaren zu zerfallen, nachdem sie durch Theilung eine gewisse Feinheit erreicht haben, in die Venae vorticosae über und bilden so ein falsches Wundernetz. 2) Die inneren Aeste zerfallen in ein dichtes Netz von Capillaren, welches den Arterien nach innen zu aufliegend den ganzen Grund des Auges bis zu der Ora serrata retinae auskleidet. 3) Die vorderen Aeste können von der Grenze

des eben beschriebenen Capillarnetzes an als solche unterschieden werden. Sie liegen der eine dicht neben dem andern, und gelangen in leichten Schwingungen nach vorn vorlaufend nach einem Wege von zwei bis drei Millimetern an die Wurzeln der Ciliarfortsätze, indem sie kleine Aeste nach außen in die Substanz des Musc. tensor choroideae abgeben. Nachdem sie an den Wurzeln der Ciliarfortsätze angelangt sind, treten sie in dieselben ein und bilden Capillarnetze, oder vielmehr sie bilden die Ciliarfortsätze selbst, da das Gefäßnetz die Hauptmasse und den wesentlichen Theil des Ciliarfortsatzes ausmacht. Das Zerfallen der Arterienstämmchen ist jedoch nicht vollständig, denn einerseits kriechen einzelne derselben in den Furchen zwischen den Ciliarfortsätzen und an der Basis hin, und gelangen noch als Arterien zur Blendung, andererseits vereinigen sich gewöhnlich zwei oder drei Stämmchen zu einem größeren Gefäße, welches an dem ganzen freien Rande des Ciliarfortsatzes in steter Verbindung mit dem Capillargefäßnetze hinläuft, und am vorderen Ende der Basis des Fortsatzes angelangt umbiegt und sich in die Blendung hinein fortsetzt.

Wir haben so eben gesehen, daß die letzten Reste der Arteriae ciliares posticae breves, welche in den Ciliarfortsätzen nicht zu Capillaren verbraucht sind, in die Iris übergehen; außerdem aber erhält die Iris arterielles Blut aus zwei Quellen, nämlich aus den Arter. ciliares posticae longae und aus den Arter. ciliares anticae. Die Arter. ciliares posticae longae sind Aeste der Ophthalmica und an der Zahl zwei; sie durchbohren die Sclerotica auf der hinteren Hälfte des Augapfels, aber weiter nach vorn als die Arter. ciliares posticae breves. Dann verlaufen sie, die eine (externa) an der Schläfenseite, die andere (interna) an der Nasenseite, zwischen Sclerotica und Choroidea nach vorn zum Spannmuskel, und spalten sich in zwei Hauptäste, welche sich nach entgegengesetzten Seiten wenden und durch zahlreiche anastomotische Nebenäste einen Kranz von arteriellen Gefäßen, den Circulus arteriosus iridis major bilden: sie durchbohren hiebei den Spannmuskel und geben Aeste an denselben ab. Außerdem erhält die Iris arterielles Blut aus den Arter. ciliares anticae. Dieselben sind kleine Aeste, welche theils aus den Arter. musculares oculi, theils aus der Arteria lacrymalis und Arteria supraorbitalis kommen. Sie durchbohren die Sclerotica im Umfange der Cornea und treten zunächst in den Spannmuskel ein, dem sie Aeste abgeben; sie gehen theils in den Circulus arteriosus iridis major ein, theils über denselben fort und treten in die Blendung ein, in der sie geschlängelt nach dem Pupillarrande hin verlaufen; denselben Verlauf haben in der Iris die Arterienäste, welche aus dem Circulus arteriosus iridis major hervorgehen und diejenigen, welche von den Ciliarfortsätzen herkommen. Auf diesem Wege zerfallen die Arterien theils in wirkliche Ciliargefäße, theils in feine, aber noch nicht capillare Aeste, Aeste, welche am Pupillarrande in Venen umbiegen; ehe sie aber den Pupillarrand erreichen, bilden sie in einiger Entfernung von demselben durch quere anastomosirende Aeste noch wiederum einen unregelmäßigen Kranz von arteriellen Gefäßen, den Circulus arteriosus iridis minor.

Die Retina hat ihr eigenes Gefäßsystem, welches sich zwischen der Membrana limitans und den Sehnervenfasern ausbreitet. Es besteht aus einem zuführenden Stamme der Arteria centralis retinae und einem rückführenden Stamme der Vena centralis retinae, den Aesten beider und ihrem feinen und ziemlich engmaschigen Capillargefäßnetze.

5. Viele der neueren Pathologen theilen die Iritis ein in Iritis super-

ficialis oder serosa, in Iritis parenchymatosa oder Entzündung der Substanz der Regenbogenhaut und in Uveitis, oder Entzündung der hinteren Fläche der Regenbogenhaut. Obgleich nun die Iritis nicht immer die ganze Dicke der Regenbogenhaut ergreift, so ist die obige Eintheilung streng genommen doch unrichtig, denn die vordere und hintere Schicht der Regenbogenhaut besteht aus histologischen Elementen, welche vermöge ihrer nerven- und gefäßlosen Structur nicht entzündet, höchstens nur durch Entzündungsexudate der Nachbarschaft verändert werden können. — Die freie Oberfläche der Iris, welche der Cornea zugewandt, ist bedeckt von einer Epithelialschicht, die aus einer Lage von dünnwandigen sechseckigen Pflasterzellen besteht, deren runde Kerne denen des äußeren Epitheliums der Hornhaut an Größe gleich kommen und stark gegen die Oberfläche hin vorragen. — Die hintere Fläche der Iris ist von einer mehrfachen Schicht sechseckiger gekernter Zellen überzogen, welche in der Weise mit braunem körnigem Pigment erfüllt sind, daß nur in der Mitte, wo der Kern liegt, ein heller Fleck bleibt. Dies ist das Stratum pigmenti, auch wohl geradezu Pigmentum nigrum genannt. Diese Pigmentschicht hört am Pupillarrande plötzlich auf.

Das Haargefäßsystem der Choroidea, der Ciliarfortsätze und der Iris sondert die Elemente des Stratum pigmentosum ab. In Folge von Entzündungen wird dasselbe entweder zu reichlich, oder zu sparsam, oder krankhaft verändert abgelagert. Durch zu viel Pigment wird die Farbe der Iris dunkler, ja es bilden sich bisweilen an verschiedenen Stellen der Iris Ablagerungen von braunem oder schwarzem Pigment, die bald eine eckige, bald eine ovale, selten eine ganz runde Gestalt haben. Die Ablagerung des Pigments ist oft so bedeutend, daß es förmliche Hervorragungen bildet. Bisweilen wird der Pupillarrand mit schwarzem Pigment überfüllt, und sieht dann aus wie gezahnt. Bisweilen ist das Pigment in so großer Quantität abgesondert, daß es die vordere Linsenkapsel theilweise oder ganz bedeckt. Dies auf der Kapsel sich findende Pigment scheint einen doppelten Ursprung zu haben. Einestheils rührt es wahrscheinlich von einer anomalen Absonderung solcher Gefäße her, welche sich unter dem Einflusse einer Entzündung auf der Kapsel gebildet haben, anderntheils von dem Ankleben des die hintere Fläche der Iris bedeckenden Pigments an der mit Exudaten bedeckten Kapsel. Das von einer Absonderung der Gefäße herrührende Pigment liegt an den Rändern der rothen Gefäße, ist copiöser nach der Peripherie als nach dem Centrum der Kapsel, und scheint, soweit ich es in lebenden Augen habe sehen können, feinkörnig zu sein, während das, welches durch Ankleben auf der Kapsel hängen bleibt, in kleineren oder größeren, unregelmäßig begrenzten Stückchen, oft von der Größe eines Nadelknopfes und darüber erscheint, und bei der Berührung mit der Staarnadel sich leicht abstreifen läßt. Endlich wird durch die Entzündung auch die Natur des Pigments und damit zugleich die Farbe desselben geändert; man bemerkt z. B. bisweilen eine so reichliche Absonderung von gelbem Pigment am mittleren Ringe der Iris, daß dieser wie ein erhabener Stern hervorragt und wie ein Kranz aufgeheftet erscheint.

Die Blutgefäße der Iris haben verhältnißmäßig sehr dicke Wände, daher sie auch nicht von dem in ihnen enthaltenen Blute dem bloßen Auge sichtbar rothgefärbt erscheinen, wie Gefäße von gleicher Dicke in anderen Theilen, sondern durch das Epithelium der Iris als weißliche Streifen hindurchschimmern. Bei der Entzündung werden die Wandungen dieser

Gefäße ausgedehnt, und daher kommt es, daß wir sie dann am Circulus arteriosus minor als einen die Pupille umkreisenden Kranz, zu dem vom Circulus arteriosus major einzelne feine Gefäße radial verlaufen, wahrnehmen. Es ist demnach unrichtig, diese Gefäße für neugebildete zu halten. Neubildung von Blutgefäßen kommt freilich in seltenen Fällen auch an der Iris vor, was ich daraus abnehme, daß ich bisweilen Anastomosen der Irisgefäße mit solchen, die auf der vorderen Kapselwand lagen, bestimmt beobachtet habe.

6. In neuerer Zeit haben die Ophthalmologen vielfach von einer Entzündung der inneren glasartigen Lamelle der Hornhaut, der Membrana Descemetii gesprochen. Eine Entzündung dieser Haut kommt aber nach meiner Ueberzeugung nicht vor. Die Symptome, welche man von dieser Krankheit aufführt, gehören alle der Iritis chronica und exsudativa, theilweise auch der Conjunctivitis, der sogenannten Sclerotitis und Choroideitis an. Die Gründe, weßhalb ich weder eine primäre, noch secundäre Entzündung der Descemet'schen Haut annehmen kann, sind größtentheils aus der Anatomie entnommen. 1) Die Descemet'sche Haut ist eine durchaus structur- und gefäßlose, auf ihrer inneren Fläche mit einem Epithelium versehene Membran, welche nicht auf die Iris übergeht, leicht bricht, sich dann aufrollt und zur Absonderung des Humor aqueus nichts beitragen kann. 2) Diese Haut verändert sich durch Aufbewahren in Weingeist, in kochendem Wasser und Säuren nicht. 3) Sie bleibt, wenn sie bei einem bis auf sie dringenden Hornhautgeschwür durch den Humor aqueus blasenförmig hervorgetrieben wird, und allen Schädlichkeiten ausgesetzt ist, Monate lang klar und unverändert, bis sie von Granulationen, die von den Wundrändern der Cornea hervorschießen, bedeckt wird. 4) Niemals sah ich nach Verletzungen dieser Haut durch die Cornea oder die hintere Augenkammer bei Menschen und bei Thieren, ja selbst nicht nach der Elektropunctur eine Trübung derselben entstehen, wenn nicht gleichzeitig die Hornhaut oder Iris entzündet war. 5) Bei den bedeutendsten Verbildungen der Cornea, bei Verwachsungen der Iris mit der Descemet'schen Haut fand ich die letztere, wenn ich sie von den auf ihr liegenden Exsudaten gereinigt hatte, unter dem Mikroscop vollkommen normal, klar und durchsichtig. Zu letzteren Untersuchungen standen mir bisher nur kranke Thieraugen zu Gebote.

Ebenso ist die Entzündung der Linsenkapsel genau genommen nichts weiter, als eine Entzündung der Zonula und der tellerförmigen Grube, deren Gefäße sich entzünden, ausdehnen, verlängern und auf der vorderen, selten auf der hinteren Linsenkapsel sichtbar werden. Die Blutgefäße der Linsenkapsel, welche von den Anatomen als solche beschrieben und abgebildet werden, scheinen mir nicht unmittelbar auf der Kapsel selbst zu liegen, sondern vorn auf der vorderen Lamelle der sich mit der Kapsel verbindenden Zonula, hinten auf der in der tellerförmigen Grube sich ausbreitenden Hyaloidea. Dies schließe ich aus der Untersuchung vieler entzündeter Pferdeaugen, in denen ich die genannten, durch Entzündung verdeckten, weißgefärbten, mit vielen Gefäßen versehenen Theile von der vollkommen normalen Linsenkapsel, die unter dem Mikroscop auch nicht das kleinste Gefäßchen zeigte, abziehen konnte. Die Linsenkapsel ist, wie die Descemet'sche Haut, eine structur- und gefäßlose Glashaut, die den eindringenden Schädlichkeiten einen großen Widerstand entgegensetzt; dies geht hervor 1) aus solchen Fällen, bei denen die hintere Linsenkapsel nach der Operation

des Staphyloms längere Zeit frei vorliegt, ohne sich zu entzünden und zu trüben; 2) aus der Untersuchung mehrerer entzündeter Pferdeaugen, in denen ich die Linsenkapsel, welche von innen und von außen mit Entzündungsexsudaten incrustirt war, vollkommen klar und durchsichtig fand, nachdem ich sie von den Exsudaten, welche sich mit der Pincette abziehen ließen, gereinigt hatte; 3) aus dem Umstande, daß ich die Linsenkapsel, auch bei anscheinend bedeutenden Degenerationen derselben, bei flüssigen, weichen und harten Linsenstaaren, bei den deutlichsten Spuren der Entzündung in der Nachbarschaft, nie eigentlich krank und undurchsichtig gefunden habe. Ihre scheinbaren Verdickungen rührten entweder von Faltungen oder von Exsudaten auf ihrer inneren oder äußeren Oberfläche her, ihr Gewebe selbst aber war niemals damit getränkt. — Von einer Entzündung der Linse selbst, welche auf ihrer Oberfläche, dicht unter der Kapsel, aus einer Schicht von noch unzusammenhängenden, runden, gekernten, sehr durchsichtigen Zellen von verschiedener Größe, und in der Tiefe aus glashellen Fasern mit sechseckigem Querschnitt besteht, kann noch weniger die Rede sein, obgleich sie sehr leicht in Folge von Entzündungen der Nachbarschaft Degenerationen erleidet, die durch die krankhaften Secreta auf chemischem und mechanischem Wege eingeleitet werden.

7. Die anatomischen Untersuchungen des Chiasma der Sehnerven haben gezeigt, daß die Kreuzung der Sehnerven des Menschen nur eine theilweise (der inneren Bündel) ist, und daß die äußeren Bündel auf der Seite, auf welcher sie vorher lagen, bleiben. Dies ist der Grund, weßhalb eine Lähmung einer Wurzel des Chiasma oder des Sehhügels, aus welchem diese entspringt, zugleich eine Lähmung der identischen Theile beider Netzhäute veranlaßt, welche aus einer und derselben Wurzel des Chiasma entstehen, also z. B. des äußeren Theiles der Netzhaut des einen und des inneren Theiles der Netzhaut des anderen Auges. Die Amaurosis dimidiata beider Augen entsteht daher immer aus einer Lähmung der einen Wurzel des Chiasma oder der Theile einer Seite des Gehirns, aus welchen jene entspringt, oder des Sehhügels, der einen Hälfte der Vierhügel. Dennoch haben die pathologisch-anatomischen Untersuchungen, deren wir in Beziehung auf diesen Gegenstand eine große Zahl besitzen, uns bis jetzt noch kein bestimmtes Gesetz an die Hand gegeben, wie sich bei Zerstörung des einen Auges die Degeneration der Sehnerven vor und hinter dem Chiasma verhält, obgleich der gewöhnlichste Fall der ist, daß die Degeneration sich gleichmäßig auf beide Wurzeln des Chiasma erstreckt.

8. Als die wahrscheinlichste Ursache des Accommodationsvermögens wurde oben die Locomotion der Krystalllinse bezeichnet. Diese Locomotion kann aber nach meinem Dafürhalten nur durch die physiologische Wirkung des Spannmuskels der Choroidea (M. tensor choroideae) vermittelt werden. Dieser Muskel erscheint nach Wegnahme der Sclerotica als ein grauer Ring (Ligamentum ciliare) auf dem vorderen Theile der Choroidea, und entspringt von einer Zone derselben, die sich bis zu den Wurzeln der Ciliarfortsätze erstreckt. Seine Fasern verlaufen von hinten nach vorn, und liegen also neben einander wie die Holzscheite eines Kohlenmeilers; er heftet sich an der inneren Wand des Canalis Schlemmii, mit der er oft so fest verbunden ist, daß sie beim Ablösen der Sclerotica an ihm hängen bleibt. Der Muskel spannt die Choroidea mit der Retina um den Glaskörper an, indem er eine geschlossene Oberfläche verkleinert, welche durch ihn selbst, durch die Cornea und durch die Choroidea gebildet wird; zugleich hebt er

die mit den Ciliarfortsätzen verklebte Zonula Zinnii etwas nach vorn, und vermindert die Spannung derselben in dem Theile, der zwischen der Linse und den Ciliarfortsätzen liegt. Auf diese Weise ist es möglich, daß die Linse nach vorn bewegt werde.

Die Wirkung des M. tensor choroideae wird durch die Lähmung des dritten Hirnnerven nicht ganz aufgehoben, sondern nur etwas geschwächt, was daraus zu entnehmen ist, daß das Accommodationsvermögen bei der Lähmung des N. oculomotorius nur eine unbedeutende Schwächung erleidet. Es erhält demnach dieser Organtheil ohne Zweifel auch noch Aeste von anderen motorischen Nerven. Ein directer Uebergang einzelner Zweige des N. abducens und des N. trochlearis in das Innere des Auges und speciell in den M. tensor choroideae ist freilich bis jetzt noch nicht nachgewiesen, obgleich es nicht unwahrscheinlich ist, daß ein solcher existirt. Gewiß ist es aber, daß der genannte Muskel Aeste vom N. sympathicus, der motorische und sensitive Fasern in sich schließt, bekommt. Der Ramus ophthalmicus nervi trigemini, der die N. ciliares bilden hilft, bekommt Aeste von demjenigen Theile des N. sympathicus, der sich mit dem N. abducens verbindet. Bei dem Delphin fehlt das Ganglion ciliare nie. Seine Wurzeln verhalten sich aber verschieden. Sie stammen aus dem Ramus externus n. ophthalmici aus dem Stamme des Oculomotorius, und bisweilen größtentheils aus dem Abducens, der vorher eine Verbindung mit dem Ophthalmicus eingegangen ist. In diesem letzteren Falle sind die Wurzeln vom R. ophthalmicus und vom Oculomotorius zwar vorhanden, aber ganz außerordentlich fein und untergeordnet. — Zur Bildung des Ganglion ciliare beim Menschen trägt außer dem N. trigeminus und oculomotorius auch der N. sympathicus mit bei, nachdem er Aeste von verschiedenen motorischen und sensitiven Hirnnerven erhalten hat. Dieses Ganglion giebt die Nervi ciliares breves ab, von denen viele Aeste in den M. tensor choroideae treten. Der N. trochlearis giebt, bevor er in den M. trochlearis tritt, keine Aeste ab, und bis jetzt ist in der Norm kein Ast desselben bis in das Innere des Auges verfolgt. Nur in einem abnormen Falle fand es sich, daß der N. noso-ciliaris vom N. trochlearis entsprang. Diese Beobachtung macht es wahrscheinlich, daß auch in der Norm Aeste, die für das Innere des Auges und für den M. tensor choroideae bestimmt sind, von ihm entspringen. Es läßt sich also sehr wohl denken, daß auch bei Lähmung des dritten Hirnnerven das Contractionsvermögen des M. tensor choroideae fortdauere, und daß das Accommodationsvermögen des Auges nur in einem beschränkten Grade von dem Einflusse des N. oculomotorius abhänge. Aus diesem Verhältnisse würde sich dann auch der Umstand erklären, daß die Abänderung in der Neigung der Sehaxen zu einander, die durch den N. oculomotorius vorzugsweise bedingt wird, mit der Aenderung des Refractionszustandes, die zwar meistens, um dem Bedürfnisse zu genügen, mit der Abänderung in der Neigung der Sehaxen Hand in Hand geht, doch nur in einem untergeordneten Causalverhältnisse zu einander steht, d. h. daß die Aenderung des Refractionszustandes und die Neigung der Sehaxen sich nicht gegenseitig absolut bedingen. Bekäme der M. tensor choroideae nicht noch andere Nerven, als die, welche vom N. oculomotorius abstammen, so wäre, wegen der Synergie der verschiedenen Aeste des N. oculomotorius, das untergeordnete Causalverhältniß, in welchem die Neigung der Sehaxen und der Refractionszustand zu einander stehen, unerklärlich.

9. Obgleich, wie schon oben (S. 242) gezeigt ist, unter den verschiedenen Muskeln beider Augen kein constanter Consensus und Antagonismus obwaltet, so hat man doch vielfach die Existenz eines solchen constanten Verhältnisses angenommen und versucht, dasselbe aus der eigenthümlichen Vertheilung der Nerven zu erkären. Alle Muskeln nämlich, welche gleichnamige Aeste vom Oculomotorius erhalten, sollten associirt sein, während die Muskeln, welche ungleichnamige Zweige von demselben erhalten, sich nicht associiren könnten. Aus diesem Grunde sollten der M. rectus externus und obliquus superior ihre eigenen Nerven und keine Aeste vom dritten Paare bekommen. Die neuere Anatomie hat aber nachgewiesen, daß beide zuletzt genannten Muskeln, sowohl bei Menschen als bei Thieren, doch Aeste vom Oculomotorius erhalten. In der anatomischen Vertheilung der Nerven kann also die Ursache des harmonischen Zusammenwirkens der Augenmuskeln nicht liegen, um so weniger, da dieselben Muskeln je nach dem Bedürfnisse bald consensuell, bald antagonistisch wirken. Eine harmonische Function der Augenmuskeln ist zum Zwecke des einfachen und deutlichen Sehens mit beiden Augen nothwendig. Sie ist aber die secundäre Folge der Identität der entsprechenden Stellen beider Netzhäute. Die Muskeln des Auges befinden sich, wie schon gesagt, dann im Zustande des Gleichgewichts, wenn die Sehaxen nach vorn und parallel gerichtet sind. Aus dieser parallelen Richtung gehen sie je nach dem Bedürfnisse beim Fixiren naher und ferner Objecte in eine mehr oder weniger convergirende Richtung über. Der Maßstab hierzu liegt vornehmlich darin, ob das Bild deutlich und einfach erscheint. Einen Hauptbeweis hierfür liefert uns der angeborne Strabismus incongruus. Beim neugebornen Kinde haben nämlich die Sehaxen der mit diesem Fehler behafteten Augen eine parallele Richtung, sobald aber das Kind zu fixiren anfängt, lernt es, um des einfachen und deutlichen Sehens willen, das für diesen Zweck nothwendige Schielen ohne Doppelsehen, ohne daß die Bewegungsorgane irgend erkrankt sind. Doppelsehen tritt aber sogleich ein, wenn die Sehaxen in die nichtschielende Richtung übergehen.

Die Function der Augenmuskeln wird auf doppelte Weise durch die Bewegungsnerven angeregt; entweder primär oder willkürlich vom Gehirn aus, oder secundär durch Reflex von der Retina aus. Diese letztere Weise trägt ohne Zweifel am meisten dazu bei, den Sehaxen und den Meridianen die Stellung zu geben, welche zum Einfachsehen nothwendig ist. Da nämlich wahrscheinlich je zwei identische Netzhautstellen demselben Theile des Centralorgans ihre Nervenfasern zusenden, oder doch wenigstens an einer Stelle im Gehirn repräsentirt werden, so muß, wenn zwei heterogene Stellen der Netzhaut von einem Objectpunkte getroffen werden, der Centraltheil zwei verschiedene Thätigkeiten gleichzeitig concipiren, welchem ermüdenden Zustande er durch die identificirende Stellung der Augen sich zu entziehen sucht, indem die gleichzeitig verschiedene Affection identischer Netzhauttheile auf den entsprechenden Centraltheil als Reiz wirkt, der sich durch die motorischen Augenmuskelnerven fortpflanzt, welche dann die Muskeln zu der geforderten Contraction unwillkürlich bestimmen. Die Grundbedingung zur Realisirung dieser geforderten Contraction der Augenmuskeln ist demnach zusammengesetzt aus mehreren Momenten; aus der normalen Beschaffenheit des Centralorgans, der Retina und des Nerv. opticus, aus der der motorischen Nerven und der Muskeln selbst. Wird eins dieser Momente abnorm, so läßt der nothwendige Consensus der Augenmuskeln nach,

die Sehaxen kreuzen sich nicht mehr auf einem Punkte des Objects und es tritt demnach das ein, was wir Schielen nennen. Hier ist aber nochmals zu bemerken, daß beim Nachlaß der Sehfunction, ohne Betheiligung der übrigen Organe, nur ein Strabismus parallelus sich entwickelt.

Beim einseitigen Schielen, Strabismus monocularis, dessen nächster Grund freilich immer eine Krankheit eines oder mehrerer Muskeln ist, findet sich durchgängig eine wesentliche Verschiedenheit in der Sehkraft beider Augen. Während nämlich das richtig fixirende Auge in der Regel kräftig ist, ja sich sogar häufig einer ungewöhnlichen Schärfe erfreut, ist das schielende Auge immer sowohl in Hinsicht seiner Sehkraft, als in Beziehung auf sein Accommodationsvermögen geschwächt, in seltenen Fällen auch wohl gänzlich erblindet. Bei der Schwäche, noch mehr bei der gänzlichen Tilgung der Sehkraft des einen Auges fehlt in demselben der Hauptreiz zur richtigen Stellung der Sehaxe, nämlich die hinreichend starke Reflexaction von der Retina auf die Bewegungsnerven. Hieraus allein schon ist es erklärlich, warum bei dem einseitigen Schielen das gesunde Auge eine ununterbrochene Alleinherrschaft beim Sehen ausübt, und warum nach der Schieloperation nur dann, auch wenn keine Lähmung der Antagonisten oder andere nicht zu beseitigende Fehler der Bewegungsorgane oder ihrer Nerven zum Grunde liegen, eine vollkommene Heilung des Schielens erfolgt, wenn die Sehkraft des schielenden Auges sich mit der des gesunden Auges wieder in's Gleichgewicht stellt. Ist letzteres nicht der Fall, so wird nach der Operation immer ein mehr oder weniger bedeutender Grad des Schielens, wenn auch fast immer ein geringerer als vor der Operation, zurückbleiben, und dies ist leider in den meisten Fällen des einseitigen Schielens das Resultat. Diese wenn auch meistens nicht vollkommene Verbesserung in der Stellung der Sehaxe des schielenden Auges nach der Operation ist aber dennoch nicht ohne günstige Folgen, denn einestheils wird dadurch die Sehkraft und Energie des schielenden Auges gesteigert, und anderntheils die Beeinträchtigung der Function des gesunden Auges gemindert.

Beim wechselnden Schielen, Strabismus alternans, bei dem die Sehkraft beider Augen meistens nur sehr wenig, selten gar nicht von einander verschieden ist, und der Kranke willkürlich, bald mit dem einen, bald mit dem anderen Auge schielt, ist das Resultat der Operation häufiger ein vollkommenes, denn bei den wechselnd Schielenden trägt es sich häufiger zu, daß die Augen die Fähigkeit wieder erlangen, ihren Sehaxen die Stellung zu geben, welche den Objecten verschiedener Entfernung entspricht, so daß das Zusammenwirken identischer Netzhautstellen wieder möglich wird. Ein wahrhaft ungünstiges Resultat, d. h. ein solches, wo nach der Operation ein Schielen nach der entgegengesetzten Seite eintritt, gehört, wenn die Operation gut ausgeführt und die orthopädische Nachbehandlung richtig geleitet wird, bei allen Arten des Schielens zu den sehr seltenen Erscheinungen.

VII. Pathologische Anatomie in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Der Einfluß der pathologischen Anatomie auf die Pathologie und speciell auch auf die Augenheilkunde besteht wesentlich darin, daß sie nachweist, welche materiellen Veränderungen in den verschiedenen Theilen des

Körpers und hier besonders in denen des Sehorgans die Krankheitserscheinungen begleiten oder sie veranlassen: indem sie zeigt, wie diese krankhaften Veränderungen entstehen und sich allmählig zurückbilden, dient sie der Pathologie im engern Sinne; indem sie die Prozesse aufklärt, wodurch jene Veränderungen sich ausbilden und in den normalen Zustand übergehen, wird sie zur Gehülfin der Therapie. Beiden medicinischen Disciplinen liefert sie einen wichtigen Theil der zu ihrer Begründung nothwendigen positiven Materialien. Um diese Materialien zu erlangen, verfolgt die pathologische Anatomie einen doppelten Weg; einestheils sucht sie nämlich die Veränderungen der Organe in der Form, Lage, Größe und den sonstigen physikalischen Eigenschaften zu ermitteln, anderntheils strebt sie darnach, die für den Arzt noch wichtigeren Veränderungen in der histologischen Textur und chemischen Zusammensetzung zu erforschen. Erstere Aufgabe verfolgte vornämlich die ältere, letztere die neuere pathologische Anatomie. Die ältere pathologische Anatomie hat in Beziehung auf die Augenheilkunde bereits ein reichhaltiges positives Material angehäuft, während die Resultate der neueren Richtung der in Rede stehenden Zweige der medicinischen Wissenschaft noch sehr dürftig sind. Die vorzüglichsten der letzteren sollen jetzt in möglichster Kürze erwähnt werden.

Die Veränderungen der Organe, mit denen sich die pathologische Anatomie beschäftigt, sind theils solche, welche nach der Geburt entweder durch Entzündungen oder durch eine den Ursachen nach uns meistens unbekannte, krankhafte Veränderung der Bildungsthätigkeit entstanden sind, theils solche, welche wir Mißbildungen nennen, und welche mit der ersten Entstehung und Entwicklungsweise des Organismus so genau verwebt sind, daß sie sich nur in der frühesten Periode des Embryolebens, oder wenigstens vor Ablauf seiner vollendeten Entwicklung bilden können.

A. Erworbene Veränderungen der Theile des Auges.

Unter diesen spielen die pathologischen Neubildungen die größte Rolle.

Wie bei der ersten Bildung des Körpers im Embryo und später bei der Ernährung desselben neue Bildungen, Elementartheile und Gewebe entstehen, sich zwischen die bereits vorhandenen einschiebend, so findet etwas Aehnliches häufig in Folge pathologischer Prozesse Statt. Diese Neubildungen sind so mannigfaltig, die Verhältnisse der Entstehung und Entwicklung, dann die weiteren Veränderungen bei dem einzelnen Gebilde so verwickelt, nicht selten die verschiedensten Neubildungen so mit einander combinirt, daß eine genügende Schilderung dieser Gegenstände, namentlich aber die Feststellung und Scheidung der einzelnen Elementarerscheinungen, zu den schwierigsten Aufgaben gehört.

Die allgemeinen Gesetze, nach welchen die Entwicklung pathologischer Bildungen erfolgt, schließen sich auf das Innigste den Gesetzen an, welche die Entwicklungsgeschichte und Histologie für die normale Bildung und Ernährung nachgewiesen hat, ja in vielen Fällen läßt sich zwischen der normalen und abnormen Bildung keine strenge Grenze ziehen. Man unterscheidet organisirte und nicht organisirte pathologische Bildungen. Beide kommen häufig mit einander vereint vor.

Die organisirten Neubildungen zeigen jene ausgebildete Form, jene innere Organisation im Ganzen und in ihren einzelnen Theilen, wie sie Theilen von Organismen zukommt. Sie entstehen alle aus einem flüssigen

oder weichen, exsudirten Cyloblastem nach den Bildungsgesetzen des organischen Lebens. Das Cyloblastem auf der einen, das bereits vorhandene Gewebe auf der anderen Seite sind die beiden Factoren, von denen die Entstehung organisirter pathologischer Producte abhängt. Von ihren verschiedenen Eigenschaften hängen auch die Bildungsweisen und die Eigenschaften der Neubildung ab.

Die nicht organischen Neubildungen entbehren jeglicher Organisation; die höchste und vollkommenste Form, welche sie annehmen können, ist die des Krystalls. Sie entstehen nach den Gesetzen des reinen Chemismus, als Niederschläge aus den Flüssigkeiten, in denen ihre Elementartheile aufgelöst enthalten sind. Häufig ist der Grund der Ausscheidung eine größere Concentration der Flüssigkeit; hierdurch setzen sich Stoffe ab, die eine große Quantität Wasser zu ihrer Auflösung nöthig haben. Eine solche Concentration kann aber eintreten, wenn eine dünne, mit schwer auflöslichen Substanzen nahe gesättigte Flüssigkeit sich nach den Gesetzen der Endosmose durch thierische Membranen hindurch mit einer wasserärmeren in Wechselwirkung setzt, und an diese einen Theil ihres Wassergehaltes abgiebt. Auf diese Weise entstehen oft viele vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk und Proteinstoffen zusammengesetzte, meistens höchst feinkörnige Niederschläge in der vorderen und hinteren Augenkammer, innerhalb der Linsenkapsel und der Höhle der hinteren Augenkugel bei der Synchysis. Niederschläge bilden sich auch bei der Concentration der Flüssigkeiten durch Verdunstung an freien Oberflächen, z. B. in der Conjunctiva, den Thränenorganen (Steine in der Conjunctiva, der Caruncula Caerymolis). Noch augenfälliger ist eine andere Ursache der Ausscheidung. Sie wirkt in der Art, daß neue chemische Substanzen, Säuren oder Alkalien, zu einer Flüssigkeit hinzukommen, und die Bedingungen aufheben, durch welche gewisse Stoffe aufgelöst erhalten werden. So verhält es sich gewiß oft bei der Bildung der Thränensteine mancher Cataracten. Die Form der hierher gehörigen Bildungen ist eine verschiedene: bald sind es höchst feinkörnige Niederschläge, bald unbestimmte krystallinische Massen, bald endlich mikroskopisch klein ausgebildete Krystalle.

1. Bei der Bildung des Eiters wandelt sich der Faserstoff des Exsudates anfangs, wie bei jeder Organisation, in kernhaltige Zellen um; diese Zellen trennen sich von einander und schwimmen in dem Blutserum, wodurch dasselbe eine Emulsionsconsistenz bekommt, und dieses ist der Eiter. Die Eiterzellen, welche Nichts weiter als auf einer bestimmten Stufe stehen bleibende gewöhnliche Zellen sind, die über diese Stufe sich nicht weiter zu entwickeln vermögen, sind vollkommen rund, anfangs durchsichtig, mit deutlichen Kernen; später werden die Zellen dunkel, so daß man die Kerne nicht mehr sehen kann. Durch Essigsäure wird die Zellenwand wieder durchsichtig, so daß der Kern sichtbar wird. Durch fernere Einwirkung der Essigsäure wird die Zellenwand aufgelöst und der Kern in 2—5 Kernkörperchen getrennt. Die Eiterbildung kommt sehr häufig im Auge und dessen Nachbarschaft vor, am Häufigsten auf der Schleimhaut und in der vorderen Augenkammer. Bei einer jeden entzündlichen Reizung der Conjunctiva wird Eiter als Secret gebildet. Vielfach hat man das aus den Augen fließende Secret zur Diagnose der specifischen Natur der Ophthalmien zu benutzen versucht, was aber bis jetzt nicht hat gelingen wollen, indem chemische Analysen desselben von der Genauigkeit, wie sie zu diesem Zwecke nothwendig sind, uns noch gänzlich fehlen. Das Secret stellt sich

uns unter dem Mikroskop immer als ein Gemisch von Thränen-Eiter, etwas Schleim und Epithelialzellen dar. Nur das Verhältniß dieser näheren Bestandtheile wechselt, aber nicht nach der specifischen Natur der Krankheit, sondern nach den Stadien derselben und nach dem Organe, welches ergriffen ist. Im ersten Stadium der Conjunctivitis herrschen die wässerigen, in den späteren Stadien die festen Bestandtheile, der Eiter und der Schleim vor. Bei acuten Entzündungen des Pupillarkörpers besteht das Secret fast nur aus Eiter, bei der asthenischen Blennorrhoe (Auflockerung und Erschlaffung der Schleimhaut) größtentheils aus Schleim, und zum geringsten Theil aus Eiter und Epithelialzellen. Befindet sich die Thränendrüse im gereizten Zustande, so findet man in den klaren Thränen nur wenige Eiterkügelchen, mag die Ursache scrophulös, oder gichtisch, oder syphilitisch u. s. w. sein. Ist das Secret dünnflüssig und wird es in größerer Quantität abgesondert, so fließt es bis zu den Spitzen der Cilien, im entgegengesetzten Falle bleibt es an den Wurzeln derselben kleben. Dies kann uns also kein Moment zur Diagnose abgeben. Ist die Quantität des exsudirten Eiters oder Schleimes gering, aber der Augenliedschlag lebhaft, so wird das Secret zu Schaum geschlagen, und sammelt sich in geringer Quantität an den Augenliedrändern und in den Augenwinkeln an, wo es besonders Nachts zu feinen, leicht zerreibbaren Krusten erhärtet. Die Krusten enthalten keinen Kalk, sondern bestehen aus Proteinstoffen, und bilden eine feinkörnige amorphe Masse. Sie sind nicht bloß ein Attribut der gichtischen Ophthalmie, sondern können unter den genannten Umständen bei einer jeden Augenentzündung vorkommen.

2. In bereits zersetzten, oder gar in Fäulniß übergegangenen Exsudaten kommt es zu keiner Organisation, ja nicht einmal zur Bildung von Eiterzellen. Tritt z. B. zu einer Entzündung eine Lähmung der betreffenden Nerven, oder die Exsudation einer ungemein großen Quantität von Blutplasma in's Gewebe, so entsteht gänzliche Stockung des Blutes und Brand; es erfolgt Zerreißung vieler Haargefäße und bedeutende Blutergießung in's Parenchym. Die nächste Folge dieses Vorganges ist Zersetzung des Blutes und Bildung vieler Kohlensäure mit Anhäufung von Wärme; da dieses Blut nicht durch neues ersetzt wird, so muß es sich auflösen, denn resorbirt kann es, wegen der Unthätigkeit der Gefäße, nicht werden. Diese Zersetzung pflanzt sich dann häufig auf das eigenthümliche Gewebe fort, und daher entsteht Substanzverlust. In solchen Fällen besteht das Secret, welches man mit einem Daviel'schen Löffel z. B. von der brandigen Hornhaut abfüllt, größtentheils aus einer amorphen, körnigen Masse, welche hie und da mit einzelnen Eiterkügelchen und Epitheliumzellen und anderen Ueberresten des ursprünglichen Gewebes vermischt ist. Sehr nahe verwandt mit dem Brande ist die ulceröse Zerstörung und die Erweichung, nur findet man bei den letzteren die amorphe feinkörnige Masse häufiger mit Resten des ursprünglichen Gewebes, mit Eiter und Körnchenzellen untermischt, namentlich bei der grauen Erweichung. Bei der rothen Erweichung findet sich extravasirtes und oft aufgelöstes Blut. Bei der weißen Erweichung fehlen die Körnchenzellen und das Blut. — Die ulceröse Zerstörung und Erweichung kommt sehr häufig am Auge vor, namentlich an der Cornea, der Retina und Krystallinse, besonders bei scrophulösen, gichtischen und anderweitig kachektischen Personen, indem bei diesen das Exsudat häufig, wahrscheinlich wegen bedeutender Abweichungen vom Normalzustande, entweder zu gar keiner oder doch nur zu einer sehr unvoll-

kommenen Organisation gelangt. Jedoch kann der Ulcerations- und Erweichungsprozeß auch durch mancherlei andere Umstände, z. B. durch ein rasches Auftreten einer großen Quantität eines flüssigen Exsudates eingeleitet werden. Dies bemerken wir z. B. häufig in der Cornea und Retina bei heftigen Entzündungen.

Die Erweichung der Krystalllinse (Phacomalacia, Cataracta mollis), welche in Beziehung auf Consistenz, Farbe und die mehr oder weniger vollständige Zerstörung mannigfaltige Verschiedenheiten darbietet, erfolgt wahrscheinlich nur unter dem Einflusse der unter abnormen Umständen auf endosmotischem Wege vermittelst der Linsenkapsel in sie eindringenden Flüssigkeiten. Die Umstände, unter denen die Linsensubstanz von der eindringenden Flüssigkeit chemisch zerstört wird, sind schon im ersten Capitel, wo von den Gesetzen der Endosmose in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde die Rede war, erwähnt; hier habe ich nur noch die anatomischen Alterationen zu entwickeln.

a) Wird bei anomaler Mischung der umgebenden Flüssigkeiten aber Störung des Eigenlebens der Linse, z. B. durch Erschütterung, die Linse erweicht, so findet man, bei vollkommener Klarheit und Durchsichtigkeit der Kapsel, die peripherischen Lagen der Linsen trübe, wolkig, weich wie Kleister, und in dieser weichen Masse viele Körnchen, die sich bei Anwendung von Essigsäure noch mehr trüben, während die noch vorhandenen Linsenfasern deutlicher hervortreten, außerdem mehr oder weniger größere oder kleinere Segmente von Linsenfasern, die sich bisweilen spiralig winden. Der Linsenkern ist meistens, wie bei anderen Arten der Erweichung, durchsichtig und von normaler Consistenz, sein Rand aber weicher, wie angefressen; seine vordere Fläche, seltener seine hintere, zeigt 3—8 strahlige Vertiefungen, die den Segmenten der Linse entsprechen. In den Vertiefungen liegt dann erweichte Linsensubstanz.

b) Die Erweichung und Trübung der Linse durch quantitative Vermehrung der Augenflüssigkeiten mit Abnahme des Salzgehaltes und der Alkalescenz beim Hydrops und der Synchysis, und die durch Säurebildung, verhält sich anatomisch ganz ähnlich, wie die unter a geschilderte.

c) Werden größere Quantitäten von Cytoblastem bei einer Entzündung der Gefäße der Zonula und der tellerförmigen Grube rasch exsudirt, so dringt ein großer Theil desselben, ohne sich vollkommen zu organisiren, in die Höhle der Linsenkapsel und marzerirt die oberflächlichen Schichten der Linse, während der Kern erhärtet, indem das Eindringen der Ernährungsflüssigkeit durch die größtentheils amorphen, die Linse und ihre Kapsel umlagernden fremdartigen Massen verhindert wird. — Bei dieser Form des Staares vergrößert sich meistens der Linsenkörper; er schwillt an und tritt bei Zunahme des Volumens näher an die hintere Fläche der Iris, wodurch letztere oft convex in die vordere Augenkammer getrieben wird. Auch nach hinten kann die Linse drängen und mit der Hyaloidea verkleben. Der so veränderte Linsenkörper ist grau, oder weiß, gelblich, bräunlich, röthlich, je nachdem dem Cytoblastem mehr oder weniger aufgelöster Blutfarbestoff, den ich unter solchen Verhältnissen in Verbindung mit noch unversehrten Blutkörperchen in den Augenflüssigkeiten gefunden habe, beigemischt ist.

Je nachdem ferner sich das Exsudat auf der inneren Oberfläche der Linsenkapsel in Wolken, Streifen, Balken, Punkten, Rauten, Sternen u. s. w. niederschlägt und organisirt, bekommt dann die Oberfläche des Staares ein verschiedenes Ansehen und verschiedene Namen.

Bei diesen Staaren findet man, sowohl bei Menschen als bei Thieren, außer den mannigfaltigsten Spuren der vorangegangenen Entzündung in anderen Geweben des Auges, auf der Zonula stets ein mehr oder weniger dichtes, weißes Exsudat, welches, wenn es noch frisch ist, sich leicht abstreifen läßt, und aus einer amorphen, feinkörnigen Masse, die in manchen Fällen Fetttropfen und Cholestearinkrystalle eingestreut enthält, im weiter fortgeschrittenen Zustande aber aus einer mehr oder weniger organisirten, faserigen Masse besteht; diese enthält ebenfalls oft Cholestearinkrystalle, daneben aber auch einzelne Blutgefäße und oft Körnchen von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk. In mehreren Fällen erstreckt sich dieses Exsudat in die tellerförmige Grube und in die hintere Augenkammer, gleichsam einen neuen Sack bildend, in welchem die Linsenkapsel mit der Linse eingeschlossen ist. Die natürlichen Verbindungen der Linsenkapsel sind dann immer theilweise oder ganz von ihren Umgebungen gelöst. Die Linsenkapsel selbst ist in allen Fällen auf ihrer äußeren Oberfläche unverändert, bisweilen verklebt mit den sie umgebenden Exsudaten, bisweilen etwas runzelig, stets anscheinend verschiedenartig getrübt und in manchen Fällen anscheinend verdickt. Diese Trübung und Verdickung rührt aber her von den auf ihrer inneren Oberfläche liegenden Exsudaten, die im frischen Zustande mit ihr verklebt sind, im weiter fortgerückten aber nur mit ihr in Contiguität stehen. Stets gelang es mir bei sorgfältiger Präparation, die vollkommen unveränderte, klare, durchsichtige Linsenkapsel von diesen Exsudaten abzuziehen. Die Exsudate, welche bald nur einen kleinen Theil der inneren Oberfläche der Kapsel, bald die der ganzen vorderen, bald die der ganzen hinteren Kapsel, bald die der ganzen Kapsel überziehen, sind im Anfange weich und bestehen, wie die der Zonula, aus feinkörnigen amorphen Massen, die später halb oder ganz organisirt und dann meistens noch mit jener körnigen Masse, mit kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen, auch selbst mit Fetttropfen und Cholestearinkrystallen und Körnchenzellen imprägnirt sind. In diesem Falle bilden sie oft einen vollständigen Sack (Cataracta cystica oder membranacea), dessen Organisation und Festigkeit von außen nach innen immer geringer wird, und der von früheren Anatomen für die verdickte Linsenkapsel gehalten ist. Unter der organisirten Schicht dieses Sackes kommt dann stets zuerst jene feinkörnige Masse, dann ein weißer, meistens gelber, selbst bräunlicher Brei, der theils aus jener körnigen Masse, theils auch wohl aus Erdsalzen und zum größten Theile aus aufgelöster Linsensubstanz, mit mehr oder weniger zahlreichen Rudimenten von Linsenfasern besteht. Von der Linse selbst findet man immer nur einen größeren oder kleineren, harten, gelben, bräunlichen, mit unebenen Rändern und auf den beiden Flächen mit sternförmigen Furchen versehenen Kern, der noch normal gebildete Linsenfasern enthält. In den Zwischenräumen der Linsensegmente findet sich in manchen Fällen ebenfalls jene dunkele, körnige Masse. Die nahe unter der Oberfläche der Linsenkapsel liegenden, streifigen, sternförmigen, punktförmigen Verdunkelungen bestehen aus Conglomeraten von jenen Körnchen mit kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen und oft auch aus einer halborganisirten, faserigen Masse. Hängt die Linsenkapsel mit der Umgebung zusammen, so ist dies keine Verwachsung, sondern nur eine Verklebung; nie ließ sich eine organische Verbindung zwischen den neuen Exsudaten und der Linsenkapsel nachweisen, immer gelang es, dieselben mit mehr oder weniger Gewalt von der Linsenkapsel ohne Verletzung der letzteren abzuziehen.

In einem derartigen Falle wurde in dem Humor aqueus und dem aufgelösten Corpus vitreum die Menge der festen Bestandtheile um das Dreifache vergrößert gefunden. Diese Vermehrung betraf besonders das Natronalbuminat, wovon in 100 Theilen der Flüssigkeit 3,70 pCt. vorhanden waren, während in der Norm im Humor aqueus nur 0,32 pCt., im Corpus vitreum 0,10 pCt. vorhanden sind. Die löslichen Salze dagegen sind vermindert. Die beträchtliche Menge des Albuminats steht mit der Verkalkung der Linse dadurch im Zusammenhange, daß Eiweiß in alkalischen Flüssigkeiten die Kalksalze in Auflösung erhält, und zum Eindringen in die Gewebe geschickt macht.

Jede innere Augenentzündung, die mit plastischer Ausschwitzung verbunden ist, kann die genannte Art des Staares hervorrufen; besonders thun dies aber, außer den traumatischen, die gichtischen, abdominellen und scrophulösen Entzündungen. Diese dyskrasischen Entzündungen bewirken, neben dem Austritt des Cytoblastems, noch chemische Alterationen der Augenflüssigkeiten, die, wie oben gezeigt ist, den Auflösungsprozeß der Linse befördern können.

d) Sehr reichliche und schnell entstandene Exsudate werden nur sehr selten organisirt, sie führen zur Auflösung der Gewebe und, wenn sie hinreichende Proteinstoffe enthalten, zur Eiterung. Unter ihrem Einflusse bilden sich die flüssigen Staare, Cataractae fluidae. Diese unterscheiden sich von den oben abgehandelten nur durch die weiter fortgeschrittene Erweichung der Linse und durch den oft damit verbundenen Eitergehalt. Auch bei ihnen beginnt das Zerfließen wie bei den weichen Staaren auf der Oberfläche der Linse, und hört mit gänzlicher Auflösung dieses Organs auf. Es wirken hier dieselben Ursachen, wie bei den weichen Staaren ein, nur in einem anhaltenderen und verstärkten Grade. Meistens liegen Entzündungen mit Exsudation von Blutplasma und Blutserum, häufig auch nur Hyperämien mit Exsudation von Blutserum, wahrscheinlich mit verminderter Alkalescenz oder mit Acidität desselben zum Grunde. Die Krankheit bildet sich oft sehr rasch, in einigen Tagen, manchmal selbst in einigen Stunden bei rheumatischen, gichtischen, scrophulösen, an Stasis abdominalis leidenden Subjecten, nach einer Hämatonose, nach Unterdrückung von Fußschweißen u. s. w.

Wenn dieser Staar sich zu bilden anfängt, so ist die in der Kapsel sich ansammelnde Flüssigkeit noch vollkommen hell; später aber, wenn die Linsensubstanz sich in ihr aufzulösen beginnt, wird sie trübe, schmutzig weiß, graulich, gelblichgrünlich und dem äußeren Ansehen nach mehr oder weniger dem Eiter ähnlich. In dem Grade, wie die Auflösung fortschreitet, nimmt die Linse an Umfang ab, wird dunkel, käsig, gelb und besteht bald nur noch aus einem kleinen, harten, meistens gelben Kern, der in einer dunkeln, emulsionsartigen Flüssigkeit schwimmt, und zuletzt sich ganz auflöst. Die auf der äußeren Fläche ganz glatte, theilweise oder ganz von ihrer Umgebung gelöste Linsenkapsel erscheint auf ihrer inneren Fläche meistens trübe, grau, gelblich, mit Streifen und Punkten besetzt, die sich nach Eröffnung der Kapsel leicht abstreifen lassen und aus unorganischen Proteinstoffen, aus kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen bestehen. Nach Entfernung dieser Stoffe erscheint die Kapsel vollkommen normal und durchsichtig. Nach Eröffnung der scheinbar verdickten und getrübten Kapsel fließt eine emulsionsähnliche Flüssigkeit aus, in welcher dunkle Körnchen, Linsenfasersegmente und in einigen Fällen Cholestearinkrystalle herumschwimmen. Die

Linse selbst ist in manchen Fällen zu einem kleinen, runden, gelben Kern reducirt, der auf seiner vorderen und hinteren Fläche durch tiefe Furchen eine sternförmige Figur zeigt. In anderen Fällen ist die Linse gänzlich verschwunden, und in der geöffneten, oft scheinbar verdickten und getrübten Kapsel findet sich bisweilen nur eine kleine Quantität einer trüben Flüssigkeit. Erscheint die Kapsel verdickt und trübe, so rührt dies in einzelnen Fällen von einem auf ihrer inneren Fläche abgelagerten, theilweise organisirten Faserstoffexsudate her, in anderen von einer amorphen körnigen, theils aus Proteinstoffen, theils aus kohlensauren und phosphorsauren Erdsalzen bestehenden Präcipitaten. Bisweilen findet man auch einen harten Kern, der meistens aus ähnlichen Stoffen, selten aus einem Reste der Linse besteht. Die vollkommen klare und dünne Kapsel läßt sich in allen diesen Fällen bei vorsichtiger Präparation von den Exsudaten abziehen. Ist der Inhalt der Kapsel größtentheils oder ganz entleert, so stellen diese Staare das dar, was man Cataracta arida siliquata nennt.

3. Ein der Auflösung und Erweichung ganz entgegengesetzter Zustand ist der der Atrophie mit Verhärtung. Auch dieser kommt sehr häufig in der Krystallinse vor. Die Atrophie der Krystallinse kommt auf doppelte Weise zu Stande:

a) In Folge von Armuth an Erweichungsflüssigkeit an den ihr wesentlichen Bestandtheilen wegen Abnahme der Gefäßthätigkeit. Ursachen der Abnahme der Gefäßthätigkeit sind z. B. ein hohes oder verfrühtes Alter, Entzündungen, welche mit Obliteration der Gefäße der Zonula und der Hyaloidea in der tellerförmigen Grube endigen, ohne eine so starke Ausschwitzung von Cytoblastem zu veranlassen, daß davon Etwas in die Höhle der Linsenkapsel eindringen kann.

Die Kapsel bleibt hier durchsichtig wegen des Mangels der Ablagerungen auf ihrer inneren und äußeren Seite. Die Trübung beginnt im Centrum der Linse und erscheint, wegen der gelben oder braun-röthlichen Färbung der Linse selbst und des blau-schwarzen Hintergrundes des Auges, anfangs grünlich, später grau-gelb, hornartig. Die Ausbildung ist langsam, dauert oft mehrere Jahre. Complicationen, namentlich Verwachsungen der Iris mit der Kapsel, findet man selten, im Gegentheil wird der Zusammenhang zwischen der Kapsel und ihrer Umgebung lockerer; jedoch können auch durch secundäre Entzündungen Exsudate auftreten, welche Verwachsungen und Trübungen der Oberfläche der Linse bewirken.

Bei der Section findet man die Linse klein, hart, abgeplattet, oft nur locker in ihren Sectoren zusammenhängend, zerklüftet, gelb, trocken. Die mikroskopische Untersuchung, deren ich viele nach Extractionen angestellt habe, zeigt eigentlich keine Abnormität; die Linsenfasern sind normal, nicht getrübt, nicht mit fremden Stoffen besetzt, nur deutlicher und mehr von einander getrennt, als in der gesunden Linse. Dieses Verhalten der Linsenfasern erklärt die Trübung hinreichend, indem die vollkommene Durchsichtigkeit mit dem normalen Aggregatzustande Hand in Hand geht.

b) In Folge verhinderten Eindringens der Ernährungsflüssigkeit in die Höhle der Linsenkapsel. Wird nämlich unter dem Einflusse einer Congestion oder Entzündung der Zonula und der Hyaloidea in der tellerförmigen Grube Cytoblastem ergossen, welches in die Höhle der Linsenkapsel dringt und sich schnell im Umfange der Linse zu einem festen, faserigen, in seltenen Fällen mit Blutgefäßen durchzogenen neuen Sacke organisirt, so wird dadurch die Ernährungsflüssigkeit von der Linse abgehalten. Die

Linse selbst vertrocknet dann, und erleidet Veränderungen, welche den unter a angegebenen ganz ähnlich sind.

Dem äußeren Ansehen nach gleichen diese Staare ganz den weichen Staaren, welche von Entzündungen entstehen; auch bei der anatomischen Untersuchung findet man hier dieselben Erscheinungen, wie bei jenen, nur mit dem Unterschiede, daß man hier keine weiche Masse zwischen dem harten Linsenkerne und dem plastischen Exsudate antrifft. — Bei Thieren und Menschen fand ich bei der Section, außer vielen anderen Ausgängen der Entzündung, plastische Exsudate auf der Zonula und in der tellerförmigen Grube, jedoch kommen, was glückliche Extractionen lehren, bei Menschen diese Exsudate seltener vor, als bei Thieren. Die Linsenkapsel war immer vollkommen gesund und durchsichtig, aber meistens von ihren normalen Verbindungen getrennt, dagegen einige Male durch partielle plastische Exsudate mit der Nachbarschaft verklebt. Auf der inneren Seite der Linsenkapsel fand ich immer jenen neugebildeten festen Sack mit Punkten, Streifen u. s. w., zwischen dessen Fasern einzelne Körnchen von kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk und zuweilen auch Cholestearinkrystalle lagen. Auf der inneren Seite dieses Sackes lag immer eine dünne, körnige Schicht, welche auch aus jenen Erdsalzen und Fettkrystallen bestand, und dann folgte die kleine, gelbe, bräunliche, trockene, meistens zerklüftete Linse mit einer ähnlichen körnigen Masse in den Zwischenräumen der Sectoren und vieler Linsenfasern, wodurch letztere an manchen Stellen undeutlich wurden und wie zerfressen aussahen. — Die hier beschriebenen Staare sind unter dem Namen Cataracta capsulo-lenticularis dura bekannt und sollen besonders bei Arthritikern vorkommen. Entwickeln sie sich nun bei diesen auch am Häufigsten, so können sie aber doch auch durch jede mit Exsudation verbundene Entzündung der entsprechenden Theile veranlaßt werden.

In manchen Fällen findet man an der Stelle der Linse innerhalb des in solchen Fällen sehr dünnen Sackes, welcher in der stets gesunden Kapsel liegt, einen steinharten Körper, der aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk und etwas thierischer Materie mit weniger atrophischen Linsenfasern besteht. Ueber die Causalmomente, welche Ablagerungen von Kalksalzen zum Grunde liegen, sind wir noch gänzlich im Dunkeln. Daß plastische Exsudate bei ihrem Rückbildungsprozesse nicht selten verkalken, ist aber eine bekannte Thatsache. Als Ursache dieser Verkalkung beschuldigt man gewöhnlich die Arthritis, ohne daß sich dieselbe überall mit Sicherheit nachweisen ließe. Es verhält sich mit der Verkalkung der Linse ganz ebenso, wie mit der Verknöcherung der Arterien, bei der es nicht schwer sein dürfte, eine ganze Reihe von Fällen nachzuweisen, in welchen jeder Verdacht einer arthritischen Dyskrasie fern liegt.

4. Der Form nach besondere, aber dem Wesen nach von den obigen nicht sehr verschiedene, sind die kleineren oder größeren, meistens kreisrunden, seltener sternförmigen oder herzförmigen centralen Staare. — Die kreisrunden weißen, oder grauen centralen Staare haben ihren Sitz unmittelbar unter der inneren Fläche entweder der vorderen oder der hinteren Kapsel, wo sich zuweilen noch mehrere zerstreute kleine, weiße Punkte, auch wol Streifen befinden. Sie rühren her von einer fremdartigen, faserigen, oder körnigen, oder aus Kalksalzen und Cholestearinkrystallen bestehenden Masse, die sich leicht von der gesunden Kapsel abstreifen läßt. Diese Masse wird durch schichtenweise Auflagerung bisweilen so mächtig, daß sie die Linsenkapsel kegelförmig durch die Pupille hervordrückt, und dann heißt

der Staar „Cataracta pyramidalis.“ Diese Staare sind häufig angeboren, in anderen Fällen auch erst nach der Geburt entstanden. Im letzteren Falle sind sie nach meinen Erfahrungen immer die Folge einer Entzündung, besonders der Ophthalmia neonatorum. Sie bleiben in der Regel das ganze Leben hindurch unverändert; gesellt sich aber zu ihnen eine andere, die Staarbildung begünstigende Ursache, so complicirt sich mit ihnen eine andere Art des Staares. — Der sternförmige centrale Staar ist entweder die Folge von trüben Ablagerungen in den S. 261 gedachten naht- oder wulstähnlichen Zweigen der vorderen Kapselmembran, in welchem Falle die weiße oder graue Figur nahe hinter der Pupille liegt und die Form eines sogenannten Kapselstaares annimmt, oder es befindet sich die Trübung zwischen den Sectoren der Linse, und beurkundet dann meistens den Anfang einer Erweichung in Folge einer abnormen Einwirkung des Humor aqueus. Die dunkle Masse sah vor der Operation grün-gelblich aus, und bestand aus einer amorphen, körnigen Substanz. Auch in solchen Fällen scheint in dem lebendigen Auge die Trübung in der Kapsel zu liegen, die den Hauptsectoren der Linse aber entsprechende Form der Trübung liefert uns einen sicheren Beweis für den Sitz in der Linse. — In einem Falle sah ich bei einem jungen Menschen eine angeborne, herzförmige, centrale, graugelbe Trübung, die in der Kapsel zu liegen schien. Die Operation bewies mir aber, daß ich es mit einem Linsenstaar zu thun hatte.

5. Einen Kapselstaar, d. h. eine Trübung der Linsenkapsel selbst, giebt es im wahren Sinne des Wortes wahrscheinlich nicht. Alle sogenannten Trübungen der Linsenkapsel sind nach meinen Erfahrungen nur scheinbar; sie rühren her von trüben Exsudaten, die in den meisten Fällen auf der inneren Seite der Kapsel liegen, und leicht mit der Pincette oder mit dem Messer von derselben abgezogen werden können. Die Exsudate sind oft sehr dick, fest und so ausgedehnt, daß sie, wie es schon oben beschrieben ist, eine zweite undurchsichtige Kapsel bilden, von der man, wenn man nur genau anatomirt, die ursprüngliche gesunde Kapsel abziehen kann. Da diese auf der Kapsel liegenden Exsudate häufig unabhängig von Linsentrübungen oder auch ohne solche vorkommen, so mag man in der Praxis die Unterscheidung von Kapsel- und Linsenstaaren immerhin beibehalten, von der Wissenschaft muß aber die Existenz einer eigentlichen Trübung der Kapsel verworfen werden. Diese meine Ansicht theilen außer Malgaigne, J. Vogel, B. Langenbeck in Kiel und Dr. Jos. Hasner Edler v. Artha, und ich zweifle gar nicht, daß sie sich bei den selbstständigen Ophthalmologen bald mehr Bahn brechen wird.

6. Nach dem Gesetze der analogen Bildung wird die Art der Entwicklung durch die histologischen Elemente des Theiles, in welchem die Neubildung vor sich geht, bedingt. Herrscht der Einfluß dieser Theile vor, so gleichen die neugebildeten Theile den bereits früher vorhandenen normalen, ebensowol bei der pathologischen Hypertrophie, bei der Regeneration u. s. w., als bei der normalen Ernährung. Dagegen wird die Neubildung um so heterogener, je mehr die physiologischen Eigenschaften des Muttergewebes von der Norm abweichen. So findet in den gangränösen Theilen keine normale Entwicklung der Exsudate Statt; ebenso wenig in Theilen, deren Nerven durchschnitten sind. Als Belege dieser allgemeinen Sätze mögen die nachfolgenden Erfahrungen dienen.

Das äußere, aus geschichteten Pflasterzellen bestehende Epithelium der Hornhaut regenerirt sich nach Abschilferung oder mechanischer oder

chemischer Zerstörung gewöhnlich rasch und vollständig wieder, und bleibt vollkommen durchsichtig und klar. Woher eigentlich das Cytoblastem, welches als Matrix des Epitheliums auftritt, stammt, ist noch ganz unbekannt, weil das von den Gefäßen der Conjunctiva stammende Gefäßnetz, welches beim Fötus dicht unter dem Epithelium liegend die ganze Hornhaut überzieht, nach der Geburt bis zu 1½—2 Millimeter vom Rande der Hornhaut oblitterirt. Der wesentliche Einfluß der obersten Partien der Hornhautsubstanz auf die Bildung des Epithels erhellt aber daraus, daß sich dasselbe nach Substanzverlust der Hornhaut niemals vollkommen durchsichtig regenerirt. Bei Krankheiten, namentlich bei Entzündungen, stellt sich das Gefäßnetz der Hornhaut aber oft mit großer Schnelligkeit wieder her. Hier ist dann der Einfluß des Muttergewebes ein anderer, und das ist der Grund, weßhalb sich dabei so häufig Verdunkelungen des Epitheliums der Hornhaut, sogenannte Maculae semipellucidae, Nubeculae, Nephelia u. s. w. ausbilden. Wird die normale Structur der oberflächlichen Schichten der Hornhaut wiederhergestellt, so bildet sich nach Abschaben oder nach Beseitigung des abnormen Epitheliums durch reizende Augenwasser oder Augenpulver gar nicht selten ein normales durchsichtiges wieder. — In der Norm sind die Pflasterzellen des Hornhautepitheliums regelmäßig gekernt, in den obersten Schichten platt, meistens sechseckig und haben dicke, nahe aneinanderliegende Wände; die der tieferen sind polyedrisch und wenig größer als die darin liegenden Kerne, in den tiefsten Schichten endlich kann man nur noch den Umriß des Kerns unterscheiden. Bei jenen Verdunkelungen stellen die äußersten Schichten unregelmäßig geformte, zum Theil kernlose Platten dar, die mit der Epidermis übereinkommen, die tieferen Lagen dagegen werden von rundlichen, mit Kernen versehenen Zellen gebildet. Von dem normalen Epithelialüberzuge der Cornea unterscheidet sich das in Rede stehende abnorme demnach einestheils durch die unregelmäßigere, mehr den Epidermidalzellen ähnliche Form ihrer Elemente, anderntheils durch die größere Dicke ihrer Schicht. Die unter dem Namen der Warzen beschriebenen harten, weißen, knotigen Hervorragungen der Bindehaut bestehen aus partiellen Wucherungen des Epitheliums. Häufiger ist eine weit verbreitete, doch weniger intensive Epithelialwucherung, ein Zustand, der unter dem Namen Xerophthalmus bekannt ist. Aehnlich wird das Epithelium beim Pannus sich verhalten, der durch Injection der oberflächlichen, unter dem Epithelium liegenden, mehr oder weniger oblitterischen Gefäße und durch Ausschwitzung eines Exsudats entsteht.

Reine Schnittwunden einer übrigens gesunden Hornhaut heilen meistens ohne Hinterlassung einer dunkeln Narbe, gerissene und gequetschte Wunden lassen aber in der Regel eine mehr oder weniger dunkle Narbe zurück, weil hier der normale Einfluß des Cornealgewebes auf das die Narbenmasse bildende Exsudat gestört ist. Dieser Einfluß wird noch mehr gestört bei Zerstörung des Fasergewebes der Hornhaut durch Vereiterung, Erweichung und Gangrän, weßhalb hier immer dunkle Narben, Maculae, Leucomata zurückbleiben. Die Verdunkelungen der Hornhaut zeigen indessen eine sehr verschiedene anatomische Structur. In manchen Fällen scheint das zwischen die Cornealfasern ergossene Exsudat wieder vollständig resorbirt zu werden, nachdem es jene undurchsichtig gemacht hat. In solchen Fällen fand ich die äußere Epithelialschicht entweder normal, oder es waren die Zellen getrübt, und hielten die Mitte zwischen Cylinder- und Pflasterepithelium; die Kerne wurden durch Essigsäure sehr deutlich. Feine

Querschnitte der Hornhaut von der leucomatösen Stelle zeigten die Fasern der Hornhaut etwas mehr entwickelt. Durch Essigsäure kamen in der Substanz der Hornhaut sehr viele Kerne zum Vorschein. Die Tunica Descemetii erschien dabei, obgleich ich sie in einem Falle mit der Iris verklebt fand, normal. In anderen Fällen, in denen mit der Verdunkelung eine Verdickung der Substanz verbunden war, bestand die Narbenmasse aus neugebildetem Zellgewebe und Blutgefäßen, die bisweilen auch kohlensaure Erdsalze eingestreut enthält. In noch anderen Fällen besteht die Verdunkelung, wie mich Untersuchungen an leucomatösen Pferdeaugen gelehrt haben, aus einer Anhäufung einer amorphen, körnigen, größtentheils aus kohlensauren Erdsalzen bestehenden Masse, die sich in manchen Fällen in der Art zwischen Cornea und Tunica Descemetii angehäuft hatte, daß die letztere von der ersteren vollständig gelöst war und unmittelbar auf der Iris lag. Der Humor aqueus war dabei fast vollständig versiegt, die Cornea getrübt, gerunzelt, atrophisch.

Nach umfangsreicheren oder totalen Zerstörungen des Cornealgewebes bilden sich häufig sogenannte Staphylome, deren pathologisch-anatomische Bildung erst durch Dr. Frerichs, dessen Untersuchungen von 17 Fällen in einem bis jetzt noch ungedruckten Aufsatze niedergelegt sind, genauer dargethan ist. a) In allen Fällen war die Iris mit der hinteren Fläche des staphylomatösen Gewebes innig verklebt. Sie ließ sich von dieser mit der Pincette nur gewaltsam abreißen, wobei sie in Stücke zerriß. Die Verklebung war fester als das Irisgewebe selbst. b) Der Dickendurchmesser des Staphyloms übertrifft bald und zwar meistens den der Hornhaut, bald sind beide gleich, bald endlich ist das Staphylom dünner. In 17 Fällen hatte das staphylomatöse Gewebe 8 Mal einen dickeren Durchmesser, als die gesunde Cornea, 4 Mal einen dünneren, 5 Mal waren beide gleich dick. Der Dickendurchmesser ist bald an allen Stellen so ziemlich derselbe, bald dagegen und zwar in der Regel ist er an den Rändern größer, in seltenen Fällen ist der Centraltheil die dickste Partie. c) Die äußere Fläche des Staphyloms war nur in einem Theile vollkommen eben und glatt wie die Cornea, in allen übrigen trug sie einzelne, jedoch nur leicht prominirende Hervorragungen, die in der Regel bläulich durchschienen. Die innere Fläche war in allen diesen Fällen grubig vertieft; die Grübchen, die mit einer mehr oder weniger intensiv schwarzen Schicht ausgekleidet waren, entsprachen den Unebenheiten der Oberfläche. Die Anzahl derselben wechselte sehr; meistens fanden sie sich zahlreich. (Alte Hernien und Vorfälle der Iris.) In der Mitte der inneren Fläche des Staphyloms erschien der Pupille entsprechend, die dunkle Färbung in der Regel weniger intensiv, meistens nur braungelb. Unter 17 Fällen lag hier 10 Mal die Linsenkapsel mit der verdunkelten Linse durch Exsudatschichten fest mit der Iris verklebt, die hintere Augenkammer war also verschwunden; in einem Falle war keine Linse mehr vorhanden (resorbirt oder herausgetreten?); in den 6 übrigen Fällen war sie in ihrer Stellung geblieben. In diesen Fällen war die hintere Kammer weit geräumiger, als in der Norm; der gerade Durchmesser derselben betrug in einem Falle $3\frac{1}{2}'''$. Der Glaskörper war in 3 Fällen, in denen die Linse mit der hinteren Fläche des Staphyloms verwachsen war, über das Corpus ciliare vorgefallen und mit den Seitentheilen der hinteren Fläche des Staphyloms durch Exsudatmassen bandartig verwachsen. d) Der Durchschnitt des staphylomatösen Gebildes erschien in allen Fällen weißgrau von Farbe. Blutgefäße

von mehr oder minder beträchtlichem Umfange durchliefen es in verschiedenen Richtungen. Nicht selten fanden sich in dem weißgrauen Gewebe schwarze Streifen von länglicher oder runder Form. (Zerrissene, umgekrempelte und später mit Exsudat überzogene Irisvorfälle.) e) Die histologische Untersuchung des staphylomatösen Gewebes ergab Folgendes: die Oberfläche desselben ist constant mit einer dicken Schicht Pflasterepithelium von der Beschaffenheit, die oben schon geschildert ist, überkleidet. Unter der Epithelialdecke liegt ein Gewebe, welches in allen seinen Eigenschaften mit neugebildetem Bindegewebe übereinkommt. Dasselbe besteht meistens aus Bindegewebsfibrillen von $\frac{1}{1200}$—$\frac{1}{1000}$''' im Dm., die sich sehr wohl isoliren lassen. Auf Zusatz von Essigsäure werden sie durchsichtig, und einzelne Kernfasern treten hervor. In anderen Fällen ist die Entwicklung nicht in dem Grade vorgeschritten; die einzelnen Fasern lassen sich schwieriger isoliren und auf Zusatz von Essigsäure werden längliche Zellenkerne und keine eigentlichen Kernfasern sichtbar. Hier und da trifft man auch noch Reste amorphen, feinkörnigen Cytoblastems. Von dem eigentlichen Gewebe der Hornhaut sind in dem Staphylome kaum Spuren nachweislich; nur an den Rändern lassen sich noch Ueberreste derselben, kenntlich durch ihr blasses, unbestimmtes, faseriges Aussehen, wahrnehmen. Weiter gegen die Mitte hin sieht man nur sehr selten noch einzelne Brücken desselben. An der inneren Schicht zeigte sich in fast allen Fällen noch ein Ueberrest der Membr. Descemetii, als breiter, glasheller Streifen. Von dem Gewebe der Iris waren selten die einzelnen Elemente noch sämmtlich kenntlich; meistens ließ sich außer dem Pigment der Uvea nur Bindegewebe wahrnehmen. Die organischen Muskelfasern waren in Folge der Compression von Seiten der sich organisirenden Exsudatschichten atrophisch geworden; nur in drei Fällen waren die breiten Radial- und Cirkelfasern noch wohl erhalten. Pigmentzellen der Uvea konnten in keinem Falle isolirt werden, die schwarze Schicht bestand aus unregelmäßigen Aggregationen dunkler Moleküle. f) Dieser Befund war bei Staphyloma totale und partiale, bei der sphärischen und konischen Form im Wesentlichen immer derselbe.

Die Entwicklung des Zellengewebes erfolgt nicht bloß nach Substanzverlust wie bei dem Staphylom unter der Form der Regeneration und Narbenbildung, sondern sie erscheint auch als eine der gewöhnlichsten Ursachen der pathologischen Neubildungen, besonders in solchen Theilen, welche im Normalzustande, wie die Conjunctiva, hauptsächlich aus Zellgewebe bestehen. Seine häufige pathologische Entwicklung erklärt sich hier leicht nach dem Gesetze der analogen Bildung, wenn in solchen Theilen aus irgend einem Grunde eine vermehrte Absonderung von Cytoblastem stattfindet. Die pathologische Neubildung des Bindegewebes in der Conjunctiva (Granulationen, Trachomata, Sycosis, Hypersarcomata, Condylomata, Polypi) entsteht, wenn eine länger fortdauernde vermehrte Absonderung von Cytoblastem, unter dem Einflusse einer entzündlichen Reizung, auf und zwischen dem Pupillarkörper, in den oberflächlichen Schichten der Conjunctiva und unter dem Epithelium erfolgt. Das Wachsthum dieser Granulationen dauert so lange fort, als die Absonderung des Bildungsmaterials vermehrt ist, daher erlangen sie oft eine sehr bedeutende Größe. Nach dem Aufhören dieser vermehrten Absonderung schlagen die Granulationen meistens eine mehr oder weniger vollkommene rückschreitende Metamorphose ein. Der ganze Prozeß geht unter dem Einflusse einer acuten

Entzündung meistens sehr rasch, unter dem einer chronischen immer langsam.

Die Vorgänge bei der Entwicklung sind für das pathologisch entstehende Zellgewebe ganz dieselben wie für das normale; die Fasern gehen aus einer bald mehr, bald weniger deutlichen Zellenbildung hervor. Im ersteren Falle bilden sich im Cytoblastem primäre kernhaltige Zellen, die sich nach beiden Seiten verlängern und spindelförmig zuspitzen, wohl auch an ihren Enden mit einander verwachsen und dadurch zu langen varicösen Fasern werden. Aus diesen geschwänzten Zellen entstehen die Zellgewebfasern so, daß entweder eine Zelle in eine einzige Faser übergeht, oder so, daß aus jeder Zelle durch leistenförmige Verdickung, Abschnürung und Spaltung ein Bündel von Fasern entsteht. Der angegebene Vorgang scheint, wie aus meinen gleich anzuführenden mikroskopischen Untersuchungen hervorgeht, der gewöhnliche bei der Granulationsbildung der Conjunctiva zu sein, obgleich es auch hier, wie an anderen Regionen des Körpers, Fälle geben mag, bei denen der Vorgang viel weniger deutlich und mehr vom Zellentypus abweichend ist.

Zuerst bilden sich unter dem Einflusse der Entzündung auf der Oberfläche der Conjunctiva, besonders auf der der Augenlieder, kleine weißgelbliche oder weißröthliche, bläschenartige, aber härtliche Körper, meistens in großer Zahl. Diese enthalten ein noch weiches, mehr amorphes Blastem und gleichen stark entwickelten Schleimdrüsen, obgleich sie Nichts weiter sind als bläschenartige Erhebungen der Oberhaut, die mit einem halbweichen Blastem gefüllt sind. Allmählig werden diese Bläschen, wenn sich das Blastem mehr organisirt, weißroth gesprenkelt, zuletzt ganz roth. Sie sind besonders zahlreich da, wo die Conjunctiva von den Augenliedern zum Bulbus übergeht. Sie ragen über das Niveau der Conjunctiva empor und geben ihr ein rothes, sammetartiges Ansehen. Nach und nach werden sie röther, dunkler, ragen stärker hervor wie Papillen und haben Aehnlichkeit mit Granulationen auf eiternden Flächen. Im Anfange sind sie sehr empfindlich, weich, und bluten leicht, mit der Zeit, bei chronischem Verlaufe der Krankheit, werden sie unempfindlicher, fungos, blumenkohlartig, selbst fast knorpelicht. Auf der Oberfläche der Conjunctiva tritt eine trübe, mit Thränen und wenig hellen Flecken vermischte Flüssigkeit zu Tage, die, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, theils aus einer klaren Flüssigkeit, theils aus Schleim, der durch Essigsäure gerinnt, und aus vielen Eiterzellen, die mit wenigen Epitheliumzellen vermischt sind, besteht. Die Absonderung der trüben Flüssigkeit dauert nur kurze Zeit und geht rasch über in die Absonderung einer dicken, hellen, scharfen Flüssigkeit, welche die Eigenschaften des vollkommensten Eiters an sich trägt. Nach kürzerer oder längerer Dauer fangen die Granulationen, wenn die Krankheit nicht schon früher geheilt wird, oft gewaltig an zu wuchern, und unter den geschwollenen Augenliedern quillt eine große Menge eines dicken, trüben, gelben Eiters hervor, der, wenn er nicht rasch vom Auge beseitigt wird, corrodirend auf die Gewebe des Augapfels, mit denen er in Berührung bleibt, einwirkt.

Wird von der inneren Oberfläche einer granulösen Conjunctiva Etwas mit dem Messer abgeschabt, so zeigt dies in der Regel unter dem Mikroskope Eiterkörperchen, Epitheliumzellen und geschwänzte Zellen. Wird von der ihrer Epithelialoberfläche beraubten Conjunctiva eine feine Schicht mit der Scheere abgeschnitten und mikroskopisch untersucht, so zeigt diese sehr

zahlreiche, meistens mit Blut gefüllte Capillargefäße, mit einem geschlängelten, knäuelartig gewundenen Verlaufe. Wird das Blut aus ihr mit Wasser ausgewaschen, und wird die übrig bleibende Substanz durch Druck auf die bedeckende Glasplatte soviel als möglich vertheilt, so überzeugt man sich, daß sie, mit Ausnahme der Gefäßknäuel, fast ganz aus geschwänzten Zellen, mit wenig dazwischenliegenden Eiterzellen besteht. Die geschwänzten Zellen haben deutliche Kerne, mit 1—3 Kernkörperchen. Das sammetähnliche Ansehen der Granulationen auf der Conjunctiva wird dadurch hervorgebracht, daß einzelne Partien derselben, ähnlich den Darmzellen, kleine Hervorragungen bilden. In diesen Hervorragungen sind jene gewundenen Capillargefäße besonders deutlich und stark entwickelt. Die Epithelialzellen dringen in die Zwischenräume dieser Hervorragungen ein. Die tieferen Schichten der entzündeten Conjunctiva enthalten, neben den beschriebenen Elementen, den geschwänzten Zellen, den Eiterkörperchen und Blutgefäßen, auch deutliche Fasern, von der Beschaffenheit der Zellgewebsfasern, welche sich, in Bündeln vereinigt, in allen Richtungen durchkreuzen. Diese Fasern treten nach der Anwendung des kohlensauren Ammoniaks deutlicher hervor. Die Schleimdrüsen, wie die Meibom'schen Drüsen, zeigten in den gelinderen Fällen eine vollkommen gesunde Beschaffenheit, bei stärkerer Ausbildung der Granulationen waren sie oft durch Druck atrophisch geworden, oder auch ganz verschwunden.

Die eben beschriebene Beschaffenheit ist, mit geringen Modificationen, bei allen Granulationen, mögen sie die Folge einer ägyptischen, oder gonorrhoischen, oder gichtischen, scrophulösen, catarrhalischen Entzündung sein, dieselbe. Stets sind die Granulationen aber von Bedeutung, theils wegen der langen Dauer, schweren Heilbarkeit und Unbequemlichkeit, die sie veranlassen, theils wegen der Folgen, die sie für das Auge herbeiführen können, theils weil das von ihnen abgesonderte eiterige Secret mit der Zeit oft einen contagiösen Charakter annimmt. Die bisherigen Impfversuche haben nachgewiesen, daß das eiterige Secret, welches sich im Anfange einer acuten granulösen Entzündung oder unter dem Einflusse einer chronischen Entzündung in allen Stadien bildet, entweder gar keine, oder nur eine sehr schwache Contagiosität zeigt, während das Secret bei den acuten granulösen Entzündungen in den späteren Stadien stets contagiös wird.

7. Das sogenannte Staphyloma Scleroticae und das Glaukoma gehören zu den Krankheiten, deren Wesen erst in neuerer Zeit durch die pathologische Anatomie aufgeklärt ist. Ersteres hielt man früher für eine Krankheit der Sclerotica, letzteres für eine Krankheit des Glaskörpers; beides sind aber Ausgänge der Choroideitis, und zwar ist beim Staphyloma Scleroticae die Sclerotica sekundär ektatisch ausgedehnt, beim Glaukom aber der Glaskörper oft ganz normal, beide Zustände sind nicht so streng von einander geschieden, als man früher glaubte; es läßt sich daher weder von dem einen, noch von dem anderen eine strikte Definition geben.

Die Aufmerksamkeit der Aerzte ist erst in der neueren Zeit auf die Entzündung der Choroidea hingeleitet, obgleich unter allen Theilen des Auges, vom Standpunkte der Pathologie aus betrachtet, keiner, mit Ausnahme der Retina, wichtiger als die Choroidea ist; sie ist der Theil des Auges, in welchem bei Weitem die meisten Blutgefäße und Nerven vereinigt sind, und welcher in Folge dessen alle Bedingungen zu entzündlichen Zuständen in sich vereinigt. Eine jede acute und chronische Entzündung der Choroidea und der inneren serösen Schicht der Sclerotica kann, je

nach den Modificationen ihrer Ausgänge, ein Staphylom, oder ein Glaukom, oder auch beides zugleich hervorbringen. Tritt in Folge der genannten Entzündung eine Ausschwitzung einer mehr copiösen serösen Flüssigkeit ein, so bildet sich ein Staphylom, dagegen ein Glaukom, wenn in Folge der Exsudation einer geringen Quantität eines plastischen Exsudates theilweise Verdickung der Gewebe, Oblitteration der Gefäße, Atrophie einiger Gewebe sich ausbildet. Diese zuletzt genannten Veränderungen können aber auch vereinigt sein mit partiellen Exsudationen einer mehr serösen Flüssigkeit zwischen Choroidea und Sclerotica, oder zwischen Choroidea und Retina, und dann haben wir eine Complication zwischen Staphylom und Glaukom vor uns.

Die bläulichen Hervorragungen der Sclerotica, die sogenannten Scleroticalstaphylome, sind durch Druck entstandene Ektasien. Jedesmal zeigt sich bei ihnen die Sclerotica sehr verdünnt, die Choroidea eng ihr anliegend, atrophisch, aber, nach neueren Untersuchungen, nicht mit der Sclerotica verwachsen. Beide Häute sind sackförmig ausgestülpt und in dieser Ausstülpung ist eine seröse, eiweißhaltige Flüssigkeit enthalten. Die durch die verdünnte Sclerotica bläulich hindurchschimmernde Choroidea, deren Gefäße niemals varicös sein sollen, ist verdünnt. Oft sind die Ektasien sogar durchscheinend und bei den Bewegungen des Auges kann das Schwanken der Flüssigkeit in ihnen gesehen werden. Verbreitet sich die Ektasie über die ganze Fläche der Choroidea und Sclerotica, so entsteht oft eine enorme Volumsvermehrung des ganzen Bulbus, wobei die Sclerotica höckerig und violett gefärbt erscheint. Diesen Zustand hat man als eine ganz eigenthümliche Metamorphose des Bulbus betrachtet und dieselbe mit dem Namen Cirsophthalmus, Telangiektasia oculi belegt. Eine solche Trennung wird aber durch die pathologische Anatomie nicht gerechtfertigt, indem diese Metamorphose niemals durch etwas Anderes, als durch seröses Exsudat bedingt wird. Die Iris ist in den meisten Fällen des Staphyloma Scleroticae in ihrer Structur verändert, entfärbt, mit plastischen Exsudaten bedeckt, mit Gefäßen durchzogen, auch wol durch Exsudate geschlossen. Jedoch kann die Iris, selbst bei sehr ausgebildeten Fällen, in ihrer Structur unverändert sein; die Pupille hat dann eine mittlere Weite, ist graublau und verändert ihren Durchmesser in Folge des Lichtreizes nicht. Das Sehvermögen ist fast immer ganz aufgehoben, und nur dann noch etwas vorhanden, wenn die Geschwülste klein sind und der Hornhaut sehr nahe liegen, denn die Retina leidet immer mit, ist meistens verdünnt, erweicht, bisweilen mit der Choroidea verwachsen, auch wol verdickt. Der Glaskörper ist entmischt, flüssiger, selbst hydropisch, und die Krystallinse mehr oder weniger degenerirt. Die Gefäße der Conjunctiva sind stets mehr oder weniger varicös, besonders im Umfange der Hornhaut; bisweilen ist die Conjunctiva auch pannusartig verbildet.

Die Metamorphose des Auges, welche der Sprachgebrauch mit dem Namen Glaukom belegt hat, charakterisirt sich im Allgemeinen durch eine im Grunde des Auges, hinter der Pupille (jedoch nicht unmittelbar hinter derselben, wie bei der Cataracta) bemerkbare mattgrau- oder braungrüne oder blaßmeergrüne Färbung von mehr concaver Form und glatter Oberfläche, ohne Beweglichkeit; durch Erweiterung, Verziehung und Starrheit der Pupille mit gleichzeitiger Veränderung der Iris in Farbe und Structur; durch Varicosität der Conjunctiva; durch schmutziggelbe, oder schmutzigbläuliche Färbung der Sclerotica; durch größere Härte des Bulbus; durch

Schmerz des Auges und seiner Umgebung; durch große Schwäche des Sehvermögens im Anfange und durch völligen Verlust desselben auf der Höhe der Ausbildung und zwar in einem Grade, der mit der Trübung hinter der Pupille in keinem bestimmten Verhältnisse steht.

Die Ergebnisse einer zahlreichen Reihe von Sectionen glaukomatöser Augen von Menschen und Thieren zeigten die Sclerotica verdickt, oder atrophisch und in den meisten Fällen verdünnt, die Choroidea selten gesund, selten verdickt, sehr häufig verdünnt, varicös, in den meisten Fällen lichter gefärbt wegen partiellen oder totalen Mangels des Pigments; ebenso häufig die Iris degenerirt, mißfarbig, atrophisch; die Retina weich, varicös, seltener verdickt als geschwunden, häufig mit Ekchymosen besetzt; den Glaskörper nicht selten völlig gesund, oder doch wenigstens durchsichtig, nicht selten aber doch auch grünlich oder dunkel gefärbt; die Linse vergrößert, erweicht, entfärbt. Nur höchst selten findet man beim Glaukom die Retina allein erkrankt, dagegen fast immer ein gleichzeitiges Leiden der Retina und Choroidea, namentlich der letzteren, so daß der primäre Sitz des Glaukoms nicht mehr im Glaskörper gesucht werden kann.

8. Erst nachdem man die feinere Anatomie der Tunica retina, die Elemente ihrer verschiedenen Schichten kennen gelernt und erkannt hat, daß diese Membran ein Theil des Gehirns, welcher im Augapfel liegt, und daß der Nerv. opticus ein Strang von Gehirnfasern ist, durch welchen das Gehirn im Auge mit dem Gehirn in der Schädelhöhle in Verbindung steht, gelangte man mit Hülfe der pathologischen Anatomie zu der Ueberzeugung, daß die Amblyopie und Amaurose fast immer auf einer histologischen Veränderung der Retina, oder des Sehnerven, oder des Gehirns, oder des Rückenmarkes, oder derjenigen Gewebe des Auges, zu denen die Nervenfasern des Gehirns verlaufen, beruhen. Nur die intermittirenden Amaurosen vermögen wir nicht auf derartige Veränderungen zurückzuführen, denn die Zustände des Nervensystems, welche eine zeitweilige Suspension der Verrichtungen der sensitiven Nerven herbeizuführen vermögen, sind uns noch durchaus unbekannt. Obgleich wir wissen, daß ein plötzlicher Mangel des Blutes in den Centraltheilen oder Ueberfüllung derselben die nervösen Functionen unterbrechen kann, so sind wir doch nicht berechtigt, alle Fälle dieser Art diesen beiden Kategorien unterzuordnen.

Unter 64 Kranken, welche an Amblyopie oder Amaurose litten, kam mir nicht ein einziger vor, bei dem ich die Störung des Sehvermögens von einer idiopathischen rein dynamischen Anästhesie des optisch-nervösen Apparates mit Sicherheit hätte ableiten können. Stets fand sich eine materielle Ursache vor, welche unmittelbar oder mittelbar durch die Gefühlsnerven und durch die Muskeln, oder durch die Gefäße reizend oder paralysirend auf die Netzhaut, auf den Sehnerven, auf die entsprechenden Gehirntheile, oder auf alle zugleich wirkte, ja ich bin sogar überzeugt, daß auch dann, wenn bei einer Amaurose alle übrigen Theile, welche nicht unmittelbar zum sensitiven optischen Apparate gehören, vollkommen gesund erscheinen, die Retina und der Nerv. opticus eine krankhafte materielle Umänderung in ihren histologischen Elementen erlitten haben. In länger amaurotisch erblindet gewesenen Menschen- und Thieraugen waren die eigenthümlichen Gebilde der Retina nicht mehr zu unterscheiden und die Nervi optici wurden häufig atrophisch gefunden. Der schwarze Staar ist demnach

keine selbstständige Krankheit, sondern nur ein Symptom anderweitiger Storungen des Sehorgans, z. B. der Hyperaemia choroideae et retinae, der Ekchymosen im Innern des Auges und in der Orbita, des Hydrops choroideae et retinae, der Synchysis, des Staphyloma Scleroticae, des Glaukoms, der meisten Ausgänge der Choroideitis, Retinitis, Hyaloideitis u. s. w. Außerdem wird die Leitungs- und Perceptionsfähigkeit auch aufgehoben durch alle Krankheiten der Bildung und Form der Retina, z. B. durch Verdickung und Atrophie derselben, durch Ablagerung von Medullarsarkomen, Tuberkeln, Knochenconcrementen, durch Aneurysmen der Arter. centralis retinae. Ganz ähnliche pathologische Zustände sind am Nerv. opticus in der Orbita und innerhalb der Schädelhöhle gefunden. Interessant ist, daß bedeutende Neurome des Nerv. opticus die Leitungsfähigkeit nicht immer ganz aufheben. Außerdem können Balggeschwülste, Exostosen, Hydatiden in der Orbita, am Foramen opticum, Anästhesie der Retina und des Nerv. opticus bewirken. An der Grundfläche des Schädels und des Gehirns wird die Leitungsfähigkeit des Sehnerven durch Geschwülste und Extravasate aufgehoben, in seltneren Fällen auch durch Verletzungen, die durch die Augenhöhle eindringen. Die vom Centralorgan ausgehende Amaurose entsteht durch jeglichen Anlaß, der die Leitungsfähigkeit der Sehnervenfasern im Gehirn aufhebt. Der Sitz der organischen Veränderungen findet sich hier nicht bloß im großen Gehirn, sondern auch im kleinen, in beiden an verschiedenen Stellen, in den Thalamis opticis, den Vierhügeln, oft auch in der Substanz der Hemisphären, der Thalami, bisweilen auch selbst im Rückenmarke, z. B. bei der Tabes dorsalis mit oft gesunder Beschaffenheit des Gehirns. — Am häufigsten sind comprimirende Geschwülste, Erweichung, Bluterguß, Ansammlung seröser Flüssigkeit in den Ventrikeln bei Sectionen gefunden worden. — Die angeborne Amaurose steht fast immer mit einer Eigenthümlichkeit der Schädelbildung in Verbindung, welche die Folge einer abnormen Hirnbildung ist. Bald ist der Stirntheil sehr breit oder sehr schmal, bald der Oberkopf hoch oder tief, bald die Stirn sehr abgeflacht, bald der ganze Schädel schief. Die abnorme Hirnbildung ist außerdem die Ursache des eigenthümlich krankhaften, hier nie ganz fehlenden Bildungszustandes der edleren Theile des Auges, namentlich der Cornea (conica congenita). Dabei leiden die Kranken häufig an Krämpfen der verschiedensten Art und sind überhaupt sehr reizbar. — Da nun die Amblyopie und Amaurose, wie oben bemerkt, wahrscheinlich immer nur ein Symptom anderweitiger Krankheiten des Sehorgans und der mit ihm in Verbindung stehenden Gebilde ist, so giebt es auch eigentlich keine Symptomalogie der Amaurose, sondern nur der ihr zum Grunde liegenden Krankheiten. Die Function der Retina ist aber, wie wir gesehen haben, der Regulator verschiedener Thätigkeiten anderer Organtheile des Auges, z. B. der Bewegung der Iris, der Accommodation, der Stellung der Sehaxen und der Meridiane, des Augenlidschließers u. s. w., daher leiden oder cessiren diese Functionen stets beim Nachlasse der Function der Retina. Die hieraus resultirenden Erscheinungen können nun als Symptome der Amblyopie und Amaurose, d. h. der durch materielle Veränderungen der Gewebe bedingten Schwachsichtigkeit oder Blindheit betrachtet werden. Aus dieser Betrachtung leuchtet es auch ein, daß es gegen die Amblyopie und Amaurose als solche kein specifisches Mittel giebt. Eine rationelle Kurmethode kann nur gegen die Ursachen, d. h. gegen die die Blindheit bedingenden Gewebsveränderungen gerichtet sein. Aber auch

die beste Behandlung wird gegen veraltete und eingewurzelte Fälle nur selten etwas Bedeutendes vermögen.

9. Die pathologisch-anatomische Untersuchung hat außerdem zur Entdeckung einer Reihe selbstständiger Organismen, Parasiten im Auge und dessen Nachbarschaft geführt, die als Ursache mancher krankhafter Phänomene auftreten.

Von parasitischen Insecten kommen in den Augenbrauen, den Augenliedern, den Augenwimpern, der Conjunctiva vor Pulex penetrans, Phthirius inguinalis, Pediculus capitis, vestimenti und tabescentium. Sie unterhalten durch ihren Reiz fortdauernde, schmerzhafte, juckende Entzündungen, die mit Blepharitis verwechselt werden können. Der Irrthum wird durch die Untersuchung mit der Loupe berichtigt.

Der Guineawurm (Filaria medinensis) kommt unter der Conjunctiva in Form eines schwärzlichen, fadenähnlichen, sich bewegenden Streifens vor. Er erregt ein Gefühl von Ameisenkriechen, Schmerzen und manchmal Krämpfe ohne Entzündung.

Die Filaria oculi humani, vielleicht eine eigene Species, ist in cataractösen Linsen gefunden. Ohne Berücksichtigung der einzelnen Organe des Wurmes kann derselbe leicht mit einzelnen spiralig gewundenen Linsenfasersegmenten, die ich nicht selten in erweichten cataractösen Linsen gefunden habe, verwechselt werden. Ebenso kommen Distoma oculi humani und Monostoma lentis vor.

In den Augen der Fische sind kleine geschlechtslose Trematoden gefunden, die gewiß aber nur von eingewanderten und am Ende verirrten Cercarien herrühren. Einige dieser Trematoden sind zu der besonderen Gattung Diplostomum erhoben, während sie nach v. Siebold nichts anderes als Jugendzustände von verschiedenen Holostomen sind.

Der Finnenwurm (Cysticercus cellulosae) ist unter der Conjunctiva in Form einer erbsengroßen, schmerzlosen Geschwulst und in der vorderen Augenkammer gefunden.

Der Hülsenwurm (Echinococcus hominis) ist zwischen Choroidea und Retina, wo er die Erscheinungen des Hydrops choroideae hervorbringt, und in der Thränendrüse vorgekommen, wo er sehr bedeutende Beschwerden und Zerstörungen veranlaßt.

10. Am Auge wie am Totalorganismus bilden sich die mannigfaltigsten gutartigen und bösartigen Geschwülste, welche von einander zu unterscheiden zu den schwierigsten Aufgaben selbst eines geübten Diagnostikers gehört. Diese Aufgabe kann nur vollständig mit Hülfe der pathologischen Anatomie gelöst werden, denn die gutartigen und bösartigen Geschwülste unterscheiden sich nicht bloß durch die Art ihrer Entstehung, durch ihren Verlauf und durch den Einfluß, welchen sie auf den Gesammtorganismus ausüben, sondern auch ganz besonders durch ihren anatomischen Bau.

Während die im Cytoblastem auftretenden Zellen in gutartigen Bildungen ihren Entwicklungsgang nach bestimmten Gesetzen weiter fortsetzen, und bald Uebergangsformen zu Fasern, sowie junge Fasern selbst zum Vorschein kommen, verhält sich die Sache in bösartigen Geweben ganz anders. Zum Theil verharren sie lange, zuweilen auch gänzlich, auf der Stufe des amorphen Blastems, oder sie bringen es höchstens zur Entwicklung von Keimen und unregelmäßigen primären Zellen, die mit Entwicklungszellen normaler Gewebe gar nichts gemein haben und nach kürzerer oder längerer Zeit ihres Bestehens constant wieder zerfallen (Tuberkeln).

In den carcinomatosen Neubildungen schreitet die Umwandlung des Blastems in der Regel wenigstens zur Bildung von Zellen vor, welche zwar, so lange sie ihre primäre Gestalt behalten, von Entwicklungszellen sich nicht unterscheiden, deren weitere Umbildung indeß von allen anderen Formationen wesentlich abweicht. Statt nämlich zu Fasern sich umzugestalten, nehmen sie bald eine unregelmäßig verästete Form an, bald wachsen sie zu ungewöhnlicher Größe und erhalten eine dicke Wand, während in ihrem Innern Molecularkörnchen sichtbar werden. In anderen Fällen füllen sich die Zellen mit Zellenkernen und Zellen neuer Bildung, die sie nicht selten in großer Zahl beherbergen. Das Endstadium aller dieser Umwandlungen ist das Zerfallen zu feinkörnigen Moleculen.

Die eben bezeichneten Entwicklungsformen der Pseudoplasmen, die, ohne daß ein durchgreifendes Entwicklungsprincip, dem alle folgten, zu erkennen wäre, neben einander bestehen, sind den normalen Geweben durchaus fremdartig. Es ist nicht zu läugnen, daß in den Carcinomen außer diesen Formelementen noch andere Theile vorkommen, die mit gutartigen Gebilden vollkommen übereinstimmen. Dahin gehören Fasern, Gefäße und Pigmentzellen. — Die Fasern, die in manchen Krebsformen sogar den vorwiegenden Bestandtheil ausmachen, wie im Skirrhus, kommen sogar in jeder Beziehung mit den Fasern gutartiger Fibroide vollkommen überein, allein die Carcinome treten dadurch in ihrem Bau den gutartigen Geschwülsten durchaus nicht näher, weil diese Fasern nur die Bedeutung einer Complication haben und als fremdartige Elemente an den Schicksalen des Krebses nur passiven Antheil nehmen. Die Erweichung, sowie alle übrigen dem Carcinom eigenthümlichen Erscheinungen gehen nur von den Zellen aus, während, wie man so oft beobachten kann, die Fasern als leere Maschen noch lange Zeit fortbestehen, um erst später, wenn durch das Zerfallen der Zellen ihre Verbindungen gelöst sind, in der ätzenden Jauche unterzugehen. Die Bösartigkeit der Carcinome hängt also allein von den Zellen ab. Der Reichthum der Zellen bildet einen Maßstab ihrer Malignität. Die Carcinome treten in allen ihren Erscheinungen den Fasergeschwülsten um so näher, je mehr die Fasern im Vergleich mit den Zellen vorwiegen. Ein Skirrhus, der arm an letzteren ist, kann Jahre lang bestehen, ohne zu erweichen, während der fast nur aus Zellen bestehende Markschwamm viel rapider verläuft und seine Opfer rasch und unaufhaltsam ihrem Ende zuführt. — Aehnlich, wie das Verhältniß der Faser zum Krebs ist das der Pigmentzellen und der oft in wuchernder Fülle entwickelten Gefäße. Sie stellen keine besonderen Formen von Carcinom dar, sondern sind Complicationen, die zu jedem Krebs hinzutreten können.

B. Angeborne pathologische Bildungen. Mißbildungen.

Eine Mißbildung ist diejenige Formabweichung eines Organismus oder Organes, welche mit der ersten Entstehung und Entwicklungsweise desselben so genau verwebt ist, daß sie sich nur in der frühesten Periode des Embryolebens, oder wenigstens vor Ablauf seiner vollendeten Entwicklung ereignen kann.

Außerdem giebt es noch eine andere Reihe angeborner anomaler Veränderungen, welche sich in nichts von den nach der Geburt erworbenen Veränderungen unterscheiden, wie z. B. manche Geschwülste gelegentlich

in eben der Weise, wie beim gebornen Menschen, entstehen. Diese gehören nicht zu den eigentlichen Mißbildungen.

Während man in früheren Zeiten sich mannigfach auf das Anstaunen der abnormen Gestalten, welche die Mißbildungen darbieten, beschränkte und darin einen unmittelbaren Eingriff der schöpfenden Kraft erblicken zu müssen glaubte, erkannte man mit dem Zunehmen wissenschaftlicher Bestrebungen, ungeachtet der noch immer geringen Kenntnisse über Morphogenese, mehr und mehr, daß die Mannigfaltigkeit der Formen in den Mißbildungen dennoch gewissen Gesetzen gehorcht, die man um so besser zu würdigen verstand, je genauer man die Entwicklungsgeschichte überhaupt in ihren Erscheinungen studirte. Je mehr man mit der früheren Entwicklung der Embryonen vertraut wurde, desto mehr lernte man einsehen, daß die meisten angebornen Mißbildungen sich auf frühere normale Bildungsstufen, nach deren Erreichung die bildende Kraft im Embryo aufhörte, ohne zur weiteren Entwicklung zu treiben, zurückführen lassen (Hemmungsbildungen); während andere sich vielleicht aus dem Zusammentreffen und der Verschmelzung zweier Keime, oder aus der hypothetischen Theilung eines Keimes in zwei, oder aus secundären Umbildungen der Form und Lage einzelner Theile erklären lassen.

Daß das Zurückbleiben auf früherer Stufe der Bildung außerordentlich viele Formen der Mißbildung erklärt, unterliegt keinem Zweifel. Indeß hat man darauf aufmerksam gemacht, daß wir vielleicht keine einzige Hemmungsbildung kennen, welche ganz genau auf dem Punkte stehen bleibt, den sie im Anfange behauptete, sondern daß der in seiner Bildung gehemmte Theil dennoch fast immer in gewisser Richtung sich fortbildet und so einen abnormen Zustand erreicht, der in etwas von der embryonalen Bildung abweicht. Diese eigenthümliche, gleichsam in schiefer Richtung abweichende Entwicklung der Hemmungsbildungen hat man dann als besondere Art derselben abtrennen wollen, wenn sie einen gewissen Grad erreichte, aber dabei übersehen, daß alle möglichen Uebergänge sich finden.

1. Die Uranlage des Auges ist ursprünglich ein Theil des Gehirnes selbst und die äußeren Theile, welche das Auge zusammensetzen helfen, treten erst später zu dieser Uranlage hinzu. Obgleich nun beide Augen in Beziehung auf ihre Function, namentlich in Beziehung auf die Identität der Netzhautstellen als die Auseinanderlegung eines einzigen Auges zu betrachten sind, so hat sich doch die Annahme, daß beide Augen sich in der That aus einem Urrudimente entwickelten, welches durch die dazwischen tretenden Theile der Nase und des Gesichtes in zwei getrennt werde, nicht bestätigt. Neuere Untersuchungen haben vielmehr entschieden bewiesen, daß beide Augen von Anfang an getrennt aus der vordersten primitiven Hirnzelle hervorbrechen. Aus jener unrichtigen Annahme glaubte man die Mißgeburten erklären zu können, welche unter dem Namen Monophthalmie und Cyclopie bekannt sind, wo statt zwei, nur ein einziges Auge vorkommt. Da aber eine Analogie dieser Mißbildungen in der normalen Entwicklung der Augen nicht aufzufinden ist, so kann man diese Mißbildungen weniger für eine Hemmungsbildung, als für eine ursprüngliche pathologische Bildung halten.

Die Begriffe »Monophthalmie« und »Cyclopie« sind anatomisch und physiologisch scharf geschieden. Monophthalmie ist derjenige angeborne abnorme Zustand, wo nur ein Auge vorhanden ist, welches seine Stelle und Lage behalten hat, und nicht mit doppelter Entwicklung seiner einzelnen

Theile vorhanden ist. Cyclopie ist hingegen jener fehlerhafte Zustand, wo allerdings objectiv auch Einäugigkeit vorhanden ist, das scheinbar einfache Auge jedoch aus Verschmelzung beider in eines besteht.

Bei der Cyclopie sind die Augen in der Mittellinie des Angesichts einander sehr nahe gerückt oder in eins verschmolzen. Einzelne Theile des Gehirns, besonders der vorderen Gehirnlappen, welche bei fortschreitender normaler Entwicklung sich immer zwischen den Urrudimenten der Augen wölben und diese nach außen hin drängen, ferner die Augenhöhlen, die Nasenhöhlen und einzelne Knochen der oberen Gesichtshälfte und des Gehörorgans fehlen ganz oder sind abnorm gebildet. Dabei ist oft ein Rüssel über dem Auge vorhanden. Der Mund ist groß und unregelmäßig, oder fehlt ganz. Dagegen pflegen die Gehülfsnerven des Auges und diejenigen Theile desselben, welche, wie wir später sehen werden, in ihrer Entwicklung nicht unmittelbar von der Bildung des Gehirns abhängen, wie die Conjunctiva, die Cornea, die Sclerotica, die Thränenorgane, die Augenmuskeln, einfach oder doppelt vorhanden zu sein. Ebenso ist Mangel des Riechnerven nicht nothwendig mit Cyclopie verbunden und der Sehnerv kann dabei einfach oder doppelt sein und im letzteren Falle getrennt, ohne ein Chiasma zu bilden, in die mit einander verschmolzenen Augen verlaufen.

Der Cyclopie nahe verwandt ist die angeborne Anophthalmie, und diese wiederum der angebornen Microphthalmie. Die Anophthalmie erscheint entweder als Monophthalmie, angeborner Mangel des einen Auges, oder als complete Anophthalmie, Mangel beider Augen.

Betrachtet man die äußere Erscheinung der Anophthalmie überhaupt, so findet man mehr oder weniger rudimentär entwickelte Augenlider, welche leicht vereinigt, oder ganz geschlossen, oder ein wenig geöffnet sind. Im ersteren Falle ist von einem Bulbus oder dessen Substrate nichts zu entdecken. Im letzteren Falle sieht man entweder ein aus zelligem oder fettigem Gewebe bestehendes Rudiment, oder einen seiner natürlichen Form schon mehr entsprechenden, aber mangelhaft gebildeten Bulbus. Bedeutendes Gewicht legt man aber bei der physiologischen Betrachtung der Anophthalmie auf den Umstand, daß in den meisten, anatomisch genauer untersuchten Fällen sich der Sehnerv vorfand, während die ersten 6—8 Nervenpaare fehlten, oder zum Theil sehr mangelhaft waren. Dies scheint dafür zu sprechen, daß die Anophthalmie nur in sehr wenigen Fällen zu den reinen Hemmungsbildungen, als vielmehr zu den gemischten, ursprünglich pathologischen Bildungen zu rechnen ist, denn außerdem würde auch in den erwähnten Theilen sich eine Hemmung der Entwicklung mehr auffinden lassen. Zu jenen wenigen Fällen, wo man das Wesen einer Hemmungsbildung annehmen dürfte, gehören diejenigen, wo keine Spur nicht nur eines Bulbus, sondern selbst einer Orbita und der übrigen äußeren, zum Auge gehörigen Theile, und endlich auch keine Spur eines vollständig entwickelten Sehnerven vorhanden ist. Im allgemeinen bezeichnet man daher das physiologische Wesen der Anophthalmie als ein gemischtes, bei welchem, je nach der Individualität des einzelnen Falles, Hemmungsbildung und ursprünglich pathologische Richtung des ganzen Bildungsvorganges zusammentrifft.

Beim Microphthalmus sind der Facialtheil des Schädels auffallend klein, die Orbitae wenig entwickelt, die Augenmuskeln mangelhaft beschaffen. Zugleich finden sich Blepharoptosis, oft auch eine nicht voll-

kommene Sonderung der Cornea und Sclerotica, partielle Trübung der Hornhaut, Schwachsichtigkeit und selbst Blindheit.

Das physiologische Verhältniß der genannten Bildungsfehler, namentlich der Anophthalmie erinnert aber sehr an die angeborne Anencephalie und Hydrocephalie. Auch scheint besonders die letztere mit jenen in einem ursachlichen Verhältnisse zu stehen, was dadurch um so einleuchtender wird, daß die seitliche Blase am Gehirn, welche das Urrudiment des Auges darstellt, mit Flüssigkeit gefüllt ist, die mit derjenigen in der Hirnhöhle durch den hohlen Stiel, den Sehnerven communicirt. Eine frühzeitig sich ausbildende Hydrencephalie muß also so gut die Entwicklung des Auges als die des Gehirns hemmen.

2. Die hohle Blase, welche das ursprüngliche Augenrudiment bildet, entspricht, wie die neueren Forschungen ausgezeichneter Männer, deren Schriften unten genannt sind, gelehrt haben, keineswegs dem ganzen Auge, sondern einzig nur der Nervensubstanz desselben, nämlich der Netzhaut und dem Sehnerven. Die Augenblasen sind in Folge ihres Hervordrängens nach außen an der Peripherie nur von einer dünnen Schicht embryonaler Substanz überzogen, während an dem Grunde einer jeden Blase, zwischen ihr und dem Gehirne, in der Umgegend des hohlen Sehnervens, eine größere Masse von Bildungsmaterial angehäuft ist. Man kann also füglich behaupten, daß bald nach dem ersten Auftreten der Augenblasen dieselben hart an der äußeren Haut anliegen, welche darüber continuirlich weggeht, und daß zu dieser Zeit keine anderen Augentheile existiren, als die blasenförmige Netzhaut, die unmittelbar an der äußeren Haut anliegt.

Das nächste Organ, welches sich nun bildet, ist die Linse mit ihrer Kapsel. In der Mitte der zarten Zellhaut nämlich, welche die Augenblase als Fortsetzung der äußeren Haut überzieht, gewahrt man schon sehr früh eine tellerförmige Grube, deren Grund sich stets mehr und mehr nach innen hin vertieft. Bald stellt diese Grube einen Beutel dar, in welchen von außen her eine Oeffnung führt, die, anfangs weit, sich stets mehr und mehr verengert und endlich sich ganz verschließt, so daß dann der ursprüngliche Beutel in Gestalt eines kugelförmigen Sackes, der rundum abgeschlossen ist, an der Innenfläche der äußeren Haut zurückbleibt. Dieses Säckchen, das in seinem ganzen Umfange aus ebenso abgeplatteten polyedrischen Zellen besteht, wie die äußere Haut selbst, ist nichts anderes als die Kapsel der Linse. Diese Kapsel füllt sich im Innern mit Zellen, aus welchen dann später die eigenthümlichen Linsenfasern sich entwickeln. Die Linsenkapsel ist demnach nichts anderes, als eine sackförmige Einstülpung der äußeren Haut, welche dem von dem Nervensysteme ausgehenden Augenrudimente entgegenkommt. In Folge dieser eigenthümlichen Entstehungsweise des Linsensystems zeigt sich die Linse mit ihrer Kapsel auch stets bei jungen Embryonen hart an der Innenfläche der äußeren Haut anliegend. Erst in späterer Zeit trennt sie sich von dieser Verbindung mit der äußeren Haut und drängt mehr gegen den Grund des Auges hin, bis sie diejenige Stelle im Augapfel erreicht, welche sie in dem Erwachsenen einnimmt.

Diese in übereinstimmender Weise durch mehrere Beobachter zwar erst bei dem Hühnchen, den Fischen und den Sepien nachgewiesene Entwicklungsweise des Auges giebt den Schlüssel zur Erklärung der Entstehungsweise mehrerer, als Hemmungsbildungen zu deutender, abnormer Bildungen am menschlichen Auge, die dann zugleich als indirecte Beweise für eine ähnliche Urbildung des menschlichen Auges dienen. Hierher gehören:

a) Die seltenen Fälle, bei denen man in Folge angeborner Bildungsfehler eine birnförmige Linsenkapsel mit einer atrophischen, trüben Linse in der vorderen Augenkammer vor der mit einer unvollkommenen Pupille versehenen Iris, und mit ihrem birnförmigen Fortsatze mit der hinteren Fläche der Cornea in Berührung fand. Der ursprüngliche Fortsatz der äußeren Haut, der durch Einstülpung die Linsenkapsel bildet, hatte sich hier also nicht von der Cornea gelöst, während die Aderhaut mit der Iris, die nichts mit der Bildung des Linsensystems zu thun hat, in ihrer Entwicklung ungehindert fortgeschritten war. Diese ungehinderte Entwicklung der Aderhaut und Iris bei dem genannten Bildungsfehler der Linsenkapsel beweist also ebenso, wie die Ausbildung der Linsenkapsel und der Linse bei der Cyclopie, daß die Entwicklung der einzelnen Theile des Auges sich ebenso beim Menschen wie bei den gedachten Thieren verhält. b) Die angeborne Cataracta pyramidalis. Bei dieser Art des Staares ragt die scheinbar getrübte Kapsel kegelförmig durch die Pupille in die vordere Augenkammer. In der Hervorragung liegt ein granulöser weißer oder gelber runder Körper, der manchmal frei bleibt und in anderen Fällen mit der Kapsel oder Linse zusammenhängt. Neben diesem sogenannten Tuberkel können auch noch andere Trübungen des Linsenkörpers vorkommen. Diese angeborne Form des Staares wird von einer mangelhaften Schließung oder zu geringen Resistenzkraft des sich von der Cornea ablösenden Fortsatzes der Linsenkapsel abgeleitet, indem derselbe dann einer sich dort ablagernden, fremdartigen Masse einen zu geringen Widerstand entgegensetzte und deßhalb hervorgetrieben wurde. c) Jene, auf Seite 261 und 62 schon erwähnte, in den meisten gesunden Augen vorkommende Lichtstreifenfigur, die ohne Zweifel mit der nabelförmigen Vernarbung jenes von der hinteren Fläche der Cornea sich ablösenden Fortsatzes der Linsenkapsel im Fötalzustande zusammenhängt.

Außer den genannten Krankheiten des Linsensystems kommt noch eine andere Reihe angeborner Staare vor, die, obgleich man auch sie früher zu den Hemmungsbildungen rechnete, indem man fälschlich glaubte, daß die Linse ursprünglich ein dunkles Gebilde sei, welches sich erst bei der weiteren Entwicklung aufhelle, zu den ursprünglichen pathologischen Bildungen gehören und ganz ähnliche pathologisch-anatomische Veränderungen, wie die bei den erworbenen Bildungsfehlern geschilderten Cataracten zeigen. Die Krystalllinse mit ihrer Kapsel ist, wie wir gesehen haben, eines der Primitivorgane des Auges. Auch beim Menschen findet man sie unter den ersten Andeutungen des Bulbus, wo sie im Verhältniß sehr groß erscheint. Nie ist sie trübe, wenn die Embryonen nicht bereits durch Zersetzung gelitten haben. Die Linsenkapsel ist von der Zeit an, wo sich Choroidea und Iris gebildet haben, von einem gefäßreichen Sacke, den man Kapsel-Pupillarsack genannt hat, und der sich allmählig gegen die Geburt hin zurückbildet und vollständig verliert, umgeben. Der vordere Theil dieses Sackes ist die Pupillarmembran, welche, sobald die Iris gebildet ist, ihre mittlere Oeffnung, die Pupille als eine durchsichtige, aber gefäßreiche Haut, die auch gegen die Geburt hin allmählig durch Auffsaugung verschwindet, verschließt. Da der Kapsel-Pupillarsack die Linse gänzlich umhüllt und nach vornhin zu der Pupille gehend am Rande derselben sich befestigt, so scheint er nichts weiter als eine Fortsetzung der Pupillarmembran zu sein, dessen Bildung mit dem Zurückweichen der Linse in einer noch nicht näher ermittelten Beziehung steht. Dieser Sack kann sich demnach nicht bilden,

wenn, wie in dem unter a angegebenen Falle, das Zurückweichen der Linse durch irgend einen Umstand gehemmt wird. Die zahlreichen venösen und arteriellen Gefäße dieses Sackes, die mit den Aesten der Arteria und Vena centralis retinae anastomosiren und auch gegen die Geburt hin oblitteriren, liefern das Material zur Ernährung und zum ferneren Wachsthum des Linsensystems. Werden diese Gefäße in den Zustand der Congestion oder selbst der Entzündung versetzt, was ihrer großen Zartheit wegen leicht möglich ist, und namentlich häufig bei dyskrasischen Kindern, wie die meisten sind, die mit Fehlern des Linsensystems geboren werden, vorkommt, so können dadurch leicht Ablagerungen und Trübungen der Linse veranlaßt werden. Staarbildung kann aber auch durch den entgegengesetzten Fall, durch zu frühzeitige Oblitteration der Gefäße verursacht werden, doch soll in diesem Falle nur eine Cataracta capsularis posterior centralis und schichtenweise Trübung der Linsensubstanz eintreten.

Die Linsenfasern bilden sich bekanntlich aus einem bereits geformten Bildungsmaterial, aus unzusammenhängenden, runden, getrennten, sehr durchsichtigen Zellen von verschiedener Größe. Die neuen Linsenfasern bedingen durch Auflagerung auf die alten das Wachsthum der Linse. Die Zellen sind aber nicht ausschließlich auf die oberflächliche Schicht beschränkt, sondern sie dringen auch noch beim Erwachsenen in die Zwischenräume der Hauptsegmente der Linse. Wenn man deßhalb eine frische Linse mit der Kapsel bei zwanzigmaliger Vergrößerung betrachtet, so sieht man, da diese zelligen Stellen immer gerade auf die Mitte der vorderen und hinteren Fläche fallen, sehr schön einen verzweigten Stern. Da nun die Linse durch Auflagerung neuer Schichten wächst, so versteht es sich von selbst, daß man bei neugebornen Kindern die Sterne einfacher findet, als bei Erwachsenen. Bei den ersteren findet man auf der vorderen Fläche häufig nur die ursprünglichen drei Aeste, auf der hinteren Fläche ist die Figur meist schon complicirter und unregelmäßiger. In diese zelligen Stellen dringt bei pathologischen Vorgängen zuerst die fremdartige, dunkle Masse, weßhalb die angebornen Staare gar nicht selten auf ihrer vorderen Oberfläche eine dreitheilige Figur oder selbst die Gestalt eines mit seiner Spitze nach unten gerichteten Herzens zeigen.

3. Ganz unabhängig von der Linse und dem Glaskörper entwickelt sich die Aderhaut und ihre Fortsetzung, die Iris. Die Bildung der Aderhaut geschieht nun in der Weise, daß an dem Punkte, wo der Sehnerv zur Netzhautblase anschwillt, sich in dem dort angehäuften Bildungsmaterial eine durchsichtige Schicht zu differenziren beginnt, welche in ihrem Wachsthume allmählig nach vorn und oben fortschreitet und die Netzhautblase überzieht. In dieser frühen Periode ist noch gar kein Pigment vorhanden, obgleich auch dieses bei normaler Entwicklung sich frühzeitig ablagert und die Aderhaut dunkel färbt. Wird aber die Bildung des Pigments durch irgend eine Ursache verhindert, so tritt jene Hemmungsbildung auf, die man Albinismus, oder Leucosis nennt. — Bei der vollkommenen Leucosis begegnet man im Allgemeinen einer weißen, blassen, zarten Haut; die Stellen aber, an welchen die Schleimhaut sich mit der äußeren Haut verbindet, wie z. B. die Lippen, erscheinen zart hellroth, oder auch blaß gefärbt. Die Haare am Kopfe und an anderen behaarten Theilen sind constant von heller Farbe und von zarter, feiner Structur. Die Augenlieder sehen etwas geschwollen aus, die oberen hängen etwas herab; dabei sind die Augenbrauen meistens etwas gerunzelt und die Augenliedspalte ist zusammen-

gezogen. Die Conjunctiva ist meistens blaß, aber nach der Caruncula zu mit feinen hochrothen Gefäßen injicirt; die Sclerotica ist dünn, fast wie durchscheinend. Die Iris erscheint in verschiedener Nüancirung blaßrosenroth und zwar so, daß vom Pupillarrande nach dem Ciliarrande hin weißliche Streifen gehen. Betrachtet man das Auge bei erweiterter Pupille, so sieht man in der Tiefe desselben die Gefäßhaut roth schimmern, und in der Gegend der Papilla nervi optici einen weißlichen Fleck; betrachtet man aber das Auge bei verengerter Pupille, so scheint die Iris eine blaßrosenrothe Färbung zu haben. Bei der Section fand man die Sclerotica zweimal dünner als gewöhnlich, die Iris weiß, ohne alle Spur einer Uvea, die Choroidea sehr fein und hellroth, die Netzhaut normal; die Macula lutea etwas höher von Farbe. Die Untersuchungen an rothen Kaninchenaugen und an Menschen haben gezeigt, daß die Pigmentzellen hier nicht fehlen, sondern nur leer von Pigmentkörnchen sind. — Der geschilderte Thatbestand spricht also weniger für eine örtliche Hemmungsbildung des Auges, als für eine allgemeine Hemmung in der Bildung des Pigments, die ohne Zweifel in einer besonderen Anomalie der Mischungsverhältnisse ihren Grund hat.

Da beim neugebornen Kinde das Pigment in der Auskleidung der Uvea schon vollständig vorhanden ist, das Stroma der Iris aber noch kein Pigment hat, so werden die Kinder mit blauen Augen geboren; entwickelt sich auch später kein Pigment im Stroma der Iris, so bleiben die Augen blau und werden nur heller in dem Maße, als die Gewebe der Iris an Zartheit und Durchsichtigkeit verlieren. Entwickelt sich nur wenig und zerstreutes Pigment, so werden die Augen hellgraubraun, bei stärkerer Pigmententwicklung werden sie nußbraun und endlich tief dunkelbraun. Häufig findet man Augen, bei denen das Pigment namentlich um den Pupillarrand abgelagert ist, während die übrige Iris wenig davon enthält, ja selbst förmlich gefleckte Augen sind nicht selten.

Aus der Entwicklungsgeschichte der Aderhaut wird uns außerdem die Entstehung einiger anderer angeborner pathologischer Bildungen, namentlich der mit seiner Spitze nach unten oder nach unten und innen gerichteten Irisspalte (Coloboma iridis) erklärlich. Die Aderhaut wächst von der Stelle, wo sie sich zu bilden beginnt, nämlich von hinten und oben her allmählig über die Netzhautblase weg, und strebt dann diese auch nach unten hin zu umfassen. Die Vereinigung der um die Augenblase herumwachsenden Aderhaut geschieht in einer Linie, die vom Eintritte des Nervus opticus am unteren und inneren Theile der Augenblase nach vorn verläuft. Die Narbe dieser Vereinigung bleibt noch längere Zeit dadurch sichtbar, daß sich kein Pigment in derselben ablagert, und so sich dieselbe auf der dunkeln Aderhaut als weißer Streifen abzeichnet. Die Aderhaut erscheint anfangs in Gestalt eines stark gekrümmten Halbmondes, welcher die obere Hälfte der Augenblase umfaßt. Die beiden äußersten Spitzen dieses Halbmondes krümmen sich mehr und mehr nach unten und umfassen bald die Augenblase ganz, indem sie sich unten und innen anfangs nur in einem Punkte berühren und in der Mitte ein birnförmiges Loch zwischen sich lassen, das ursprüngliche Sehloch, das, bei normaler Entwicklung, nach und nach durch Vergrößerung der Berührungsstelle aus der birnförmigen Gestalt in eine vollkommen runde übergeht. Die Regenbogenhaut, als feiner Vorhang, entsteht also offenbar auf die Weise, daß der vordere Rand der Choroidea, nachdem die Spalte geschlossen ist, weiter nach innen vorwächst und auf diese Weise ringartig die Pupille verengert. Wird nun

durch irgend einen Umstand das Wachsthum an den Endspitzen der halbmondförmig um die Augenblase herumwachsenden Choroidea beeinträchtigt, so behält das Sehloch seine birnförmige Gestalt auch noch nach der Geburt, oder es bekommt eine schmale Spalte, weil an dieser Stelle das Wachsthum der Iris gehindert ist. Es ist dann der Bildungsfehler vorhanden, den man Coloboma iridis nennt und der oft mit Cataracta, mit Pigmentmangel, mit Microphthalmus, mit oblonger Gestalt der Cornea u. s. w. complicirt ist. Er beschränkt sich entweder bloß auf die Iris, die Ciliarfortsätze und die Corona ciliaris, oder er erstreckt sich auch auf die Retina, Choroidea und Sclerotica. Vom bloßen Iriscolobom hat die anatomische Untersuchung Folgendes gezeigt: eigenthümliche Form der Uvea, ganz entsprechend der Form des vorhandenen Irisspaltes auf seiner vorderen Ansicht; längliche oder ovale Form der Ciliarfortsätze, die bisweilen nach unten hin eine Längennarbe zeigen; längliche oder ovale Form der Corona ciliaris, mit und ohne Längennarbe nach unten. Die Linsenkapsel sammt Linse ruht dicht an der Uvea, nach unten aber bemerkt man an der Uvealspalte einen freien, nicht durch die Linse bedeckten Raum, der zwischen der vorderen und hinteren Augenkammer eine Communication zuläßt.

Das Iriscolobom, welches oben, oder nach innen, oder gar nach außen Statt findet, hat ohne Zweifel darin seinen Grund, daß bisweilen pathologisch im Fötusauge, außer dem gewöhnlichen Spalt der Choroidea nach unten, ein zweiter Spalt dieser Membran zur Seite, selbst nach oben gerichtet gefunden wird. Schließt dieser sich nicht vor der Bildung der Iris, so bleibt eine Lücke in der letzteren.

Die Regenbogenhaut, als freier Vorhang, entwickelt sich also, wie oben gesagt, erst, nachdem der Choroidealspalt geschlossen ist, und wird dann als schmaler, dunkler Streif am oberen Bulbussegmente hinter der Cornea und vor der Linse sichtbar. Dieser Streif erscheint aber erst später als völlig geschlossener Ring, dessen oberer Theil breiter ist, als der untere. Wird die Ausbildung der Iris verhindert, so haben wir später die Hemmungsbildung vor uns, welche man Irideremia, Mangel der Iris, nennt. Dieser Mangel kann ein totaler oder ein partieller sein.

Beim totalen Irismangel sieht man den Grund des Auges entweder dunkelbraun oder röthlich, bei einiger Entfernung glänzend. Myopie, Lichtschen, bisweilen auch Amblyopie sind ziemlich constante Begleiter der Irideremie. Bisweilen kommen auch zugleich noch andere Fehler des Auges, z. B. widernatürliche Hervorragung und partielle Trübung der Cornea, der Linse u. s. w. vor.

Beim partiellen Irismangel ist entweder nur ein sehr schmaler Kreis der Iris vorhanden, oder es haben sich nur einzelne Theile der Iris hier und dort gebildet. Durch den partiellen Mangel der Iris bekommt die Pupille entweder eine abnorme Gestalt, indem das eine Segment der Iris schmaler ist als das andere, oder es entstehen mehrere Oeffnungen in der Iris (Polycoria), indem der Pupillarrand nur theilweise vorwärts wächst, wobei sich eine fadenförmige Excrescenz, die mit dem gegenüber liegenden Pupillarrande verwächst, entwickelt. Die Lücken zwischen mehreren solchen Fortsätzen bilden die mehrfachen Pupillen. Ist dieser Zustand nicht mit anderen Bildungsfehlern complicirt, so pflegt der Kranke nur kurzsichtig, aber nicht mit anderen Gesichtsstörungen behaftet zu sein.

Aus dem primitiven Bildungsstoffe bildet sich bei der ersten Entwicklung

der Aderhaut das Stroma derselben, d. h. das Gewebe, welches das Gefäßsystem derselben zusammenhält, und ihre Muskeln mit den zu ihnen verlaufenden Nerven einscheidet und festheftet. Außerdem drängen sich in dies Gewebe die mit Pigment gefüllten Zellen, wodurch die Aderhaut und Iris ihre Färbung bekommen. Die Gefäße, Nerven und Muskelfasern der Iris, welche ihr das schöne Ansehen eines maschenförmigen Netzes geben, liegen so in dem Stroma, daß sie dasselbe an seiner hinteren Fläche ziemlich frei lassen, während dagegen die letztere von einer dicken Lage von Pigmentzellen überkleidet ist. Bis zum 4. oder 5. Monate der Schwangerschaft sieht man keine Spur von jenem maschenförmigen Netze; von diesem Zeitpunkte an beginnt es erst sich auszubilden. Schreitet nun die Ausbildung desselben nicht naturgemäß seiner Vollendung entgegen, so entstehen verschiedene Bildungsfehler. Es erscheint dann entweder die vordere Fläche der Iris besetzt mit weißen, kreisförmig gelagerten, erhabenen Punkten, die, wie man glaubt, die Anfänge zum Entstehen jenes maschenförmigen Netzes sind, oder es fehlen die Cirkelfasern, während die Radialfasern regelmäßig ausgebildet sind, oder es fehlt jenes Netz ganz, oder theilweise, während das Stroma mit dem Pigment an diesen Stellen vorhanden ist. In einem Falle dieser Art, den ich beobachtete, waren zugleich Trübung der Linse, Verklebung des Stroma mit der vorderen Linsenkapsel, Gefäßbildung auf der letzteren und bedeutende Kleinheit der Hornhaut vorhanden.

In anderen Fällen erreicht zwar die Iris ihre vollkommene Ausbildung, aber jene durchsichtige, gefäßreiche Haut (Membrana pupillaris), welche die Pupille, sobald die Iris ausgebildet ist, verschließt und gegen die Geburt hin durch Auffaugung in der Weise wieder verschwinden muß, daß sie im Mittelpunkte zerreißt, in einzelne Lappen zerfällt, die sich nach den Rändern der Pupille zurückziehen, wo bisweilen noch einige Zeit nach der Geburt flockige Ueberreste zu erkennen sind, tritt ihren Rückbildungsprozeß nicht an und bleibt oft während des ganzen Lebens in der Pupille. Sie erscheint dann als ein dünnes, spinnwebartiges Gewebe, von weißlicher Farbe. Sind bloß einzelne Theile der Pupillarmembran zurückgeblieben, so ragen diese von dem Pupillarrande aus in Form von unregelmäßigen Läppchen in die Pupille, wo sie in dem Humor aqueus flottiren. Diese Läppchen pflegen sich im Verlaufe des Lebens allmählig zu verkleinern. Im Ganzen sind die hierher gehörigen Fälle aber sehr selten.

4. Untersucht man das Auge eines Embryo aus der Periode, wo die Choroidea eben ihre Umwachsung vollendet, so findet man, weil sich die Choroidea unmittelbar an die innere Wand der äußeren Haut, und somit zwischen diese und die verhältnißmäßig noch sehr große Linsenkapsel eingeschoben hat, keine vordere Augenkammer, wie bei dem Erwachsenen, keine Iris in Gestalt eines beweglichen, senkrechten Vorhanges, sondern man sieht, daß die weit ausgeschnittene Aderhaut unmittelbar an der äußeren Augenhaut anliegt, daß die Linse mit der inneren Fläche der äußeren Augenhaut in Berührung ist und in ihrer Peripherie von dem ausgeschnittenen Bande des in der Choroidea ausgeschnittenen Sehloches berührt wird. Es beginnt nun die genauere Differenzirung der Hornhaut und der Sclerotica als äußerer Hüllen des Augapfels, die im Anfange von der umgebenden Bildungsmasse nicht gehörig getrennt werden konnten und bei ihrem ersten Auftreten einander sehr ähnlich sehen, weil die Sclerotica anfangs ganz durchsichtig ist wie die Hornhaut, und erst später ihre eigenthümlichen Fasern sich ausbilden. Mit Ende des zweiten Monats

sind, wie aus vielen Beobachtungen erhellt, die wichtigsten Theile des Augapfels gebildet, aber die vorher ganz durchsichtige Hornhaut soll jetzt etwas trüber aussehen, dicker und schwammiger als die Sclerotica sein. Erst im dritten Monate tritt die Trennung von Cornea und Sclerotica deutlicher hervor; die erstere wird wieder durchsichtiger, die letztere dichter und weißlich. In diese Epoche, wo die Cornea nicht deutlich begrenzt ist, sondern gleichsam allmählich aus dem Gewebe der Sclerotica hervortritt, fällt die Entstehung der unten näher zu beschreibenden angebornen Hornhautverdunkelungen, die als ein Stillstand der Cornea auf einer niederen Bildungsstufe zu betrachten sind. Die Cornea wächst dabei zwar fort, aber doch immer dürftig, und so kommt es denn, daß wir diesen Fehler am häufigsten beim Microphthalmus wahrnehmen, oder daß mit ihm fast immer mangelhafte Ausbildung der Iris und anderer Organe verbunden ist.

Tritt in der gedachten Periode eine Hemmung der Entwicklung der Cornea ein, so bleibt eine partielle, selten eine totale Trübung derselben zurück, von der zweierlei Arten unterschieden werden: a) die stärkere Art erstreckt sich von der Sclerotica auf die Cornea, so daß man die Stelle, an welcher beide sich trennen sollten, nicht zu gewahren vermag. Der durchsichtige Theil der Cornea, hinter welchem die Pupille liegt, ist selten rund und begrenzt, in der Mehrzahl der Fälle liegt er ohne scharfe Umrisse an der Sclerotica unmittelbar an, und hat bald eine dreieckige, bald eine ovale, sehr selten eine runde Gestalt; b) die schwächere Art besteht darin, daß die meistens längliche, sehr selten rundgestaltete Cornea von der Sclerotica nicht deutlich gesondert, sondern mit einem bläulichen Ringe umgeben ist. Dieser Ring ist öfter ziemlich stark, oft total, oft partiell.

Wohl zu unterscheiden von den eben besprochenen partiellen Verdunkelungen ist die totale Verdunkelung der Cornea, die sich gleichmäßig über die ganze Hornhaut erstreckt; die Cornea ist dabei perlfarbig, bald dunkelblau, spiegelglatt, sehr gewölbt, sehr groß und hypertrophisch. Die Form des Auges ist kugelförmig und erinnert durchaus an eine Form des Bulbus aus den früheren Epochen der Bildungsgeschichte, in welchen die Cornea fast das vordere Drittheil des Auges einnimmt. Das Auge ist meistens nach oben gerichtet und leidet an Nystaymos. Im Verlaufe der ersten Lebensmonate pflegt sich die Cornea von der Peripherie nach dem Centrum hin aufzuhellen und zu verdünnen. Leicht bleiben aber hydropische Ansammlungen in der vorderen Augenkammer zurück.

Ein anderer, an frühere fötale Zustände erinnernder, angeborner Fehler ist die Cornea congenita globosa, wobei die Hornhaut durchsichtig, aber von widernatürlicher Größe ist. Der Uebergang in die Sclerotica ist normal; die Iris bisweilen trichterförmig gestellt; dabei Corectopie und Iridodenosis. Dagegen ist die Cornea congenita conica durchaus nicht als eine Hemmungsbildung zu betrachten, indem die Cornea in keiner Periode des Daseins eine conische Gestalt zeigt.

5. Im Anfange des dritten Monates liegen die Augäpfel noch ganz frei an der äußeren Fläche des Kopfes, und die äußere Haut geht glatt und dünn als Bindehaut über dieselben hinweg. Erst in der zehnten Woche bilden sich schmale Wülste, welche sich allmählig vergrößern und zwei Hautfalten darstellen, die einander entgegenwachsen, um in der zwölften Woche in Berührung zu treten und mit ihren Rändern zu verwachsen, so daß dadurch die Höhle der Bindehaut nach außen bis einige

Zeit vor der Geburt geschlossen bleibt. In seltenen, aber noch nicht ganz constatirten Fällen soll diese Verwachsung auch nach der Geburt bleiben (Ankyloblepharon congenitum totale und partiale), in andern Fällen bleibt die Augenliedspalte, namentlich in Folge von Microphthalmus, zu eng (Blepharophimosis), in noch anderen bilden sich die Augenlieder nur sehr unvollkommen aus, so daß eine bloße Hautwulst sie vertritt (Lagophthalmus congenitus).

VIII. Die numerische Methode in ihrer Anwendung auf die Augenheilkunde.

Es wird immer ein Bedürfniß des menschlichen Geistes bleiben, die Thatsachen in dem Maße, als sie entdeckt werden, unter den möglichst allgemeinsten Gesichtspunkten zusammenzufassen; dadurch wird das Vergangene gestaltet, das Gegenwärtige bearbeitet und das Zukünftige vorbereitet. Wäre der Mensch bloß auf das Sammeln von Thatsachen beschränkt, so bestünde die Wissenschaft in einer öden Nomenclatur und die großen Naturgesetze wären nie erkannt worden. Nur dadurch, daß man die Thatsachen unter einander verglich und zu immer umfassenderen Erscheinungen emporstieg, fand man endlich jene in den verschiedenen Wirkungen ausgeprägten Gesetze. Hierdurch erkannte der Mensch, daß in der Natur nur wenige Ursachen eine Menge von Erscheinungen bedingen, er konnte die nothwendig eintretenden bestimmen, und nachdem er sich von dem ungestörten Zusammenhange zwischen Ursache und Wirkung überzeugt hatte, richtete er seine Blicke in die Zukunft und erschaute die Reihe von Ereignissen, welche die Zeit entwickeln muß. Die einzelnen Thatsachen müssen demnach als nothwendige, unentbehrliche Ausgangspunkte jedes Generalisirens, jeder zu einem ersprießlichen Zwecke unternommenen Arbeit betrachtet werden. Zu allen Zeiten ward diese Wahrheit anerkannt, und stets gab es große Meister, welche ihre Lehre, die sie uns hinterließen, auf eine Reihe von Thatsachen stützten. Versuche und Beobachtungen liefern demnach die Materialien der Wissenschaft; der Verstand ordnet sie, erfaßt die gegenseitigen Beziehungen und erhebt sich zur Kenntniß der allgemeinen Ursachen, während die einzelnen Erscheinungen, insofern sie die unmittelbaren Wirkungen dieser Ursachen sind, dazu dienen, den Werth der aufgestellten Gesetze zu ermessen. Die in dieser Art sich gestaltenden Wissenschaften nennt man Erfahrungswissenschaften.

Das Gebiet der Erfahrungswissenschaften zerfällt in Hinsicht der Art und Weise, wie die einzelnen Erfahrungssätze zu constatiren sind, was bei jeder Construction einer allgemeinen Theorie zunächst die Hauptsache ist, in zwei Felder; in dem einen bringt der durch den Experimentator unternommene Versuch das Phänomen mit Gewißheit hervor; er kann aus der Kenntniß der Ursachen ohne Fehl die zu erwartende Wirkung voraussagen; so verhält es sich mit den meisten chemischen, physikalischen und, wie oben gezeigt, mit manchen physiologischen Experimenten. In dem anderen Felde ist das Phänomen nicht nothwendige Folge der in Wirksamkeit getretenen, uns wahrnehmbaren Bedingungen; es ist nur ein geringerer oder größerer Grad von Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß dieses oder jenes Ereigniß stattfinden werde, und nur eine große Zahl von Beobachtungen, innerhalb

deren sich das Phänomen unter den verschiedensten Modificationen mehr oder minder häufig wiederholt hat, setzt uns in den Stand, seine größere oder geringere Frequenz, niemals aber seine absolute Nothwendigkeit auch für die Zukunft vorauszusehen oder vorauszusagen. In diese letzte Kategorie gehört die Heilwissenschaft; sie ist in vielen Beziehungen nur ein Wissen von Wahrscheinlichkeiten. Die Schuld dieser Unvollkommenheit in der Heilwissenschaft rührt aber nicht von der Untüchtigkeit der sie cultivirenden Männer her, sondern davon, daß der menschliche und thierische Organismus eine unendlich complicirtere Maschine, als jede andere von Menschenhänden gebaute ist, und davon, daß die Heilwissenschaft unter dem Einflusse der übrigen Naturwissenschaften steht, von deren Fortschritten sie noch die wichtigsten Aufschlüsse erwarten muß.

So ersprießlich das physiologische Experiment für die Heilwissenschaft nun auch ist, so glaube man jedoch nicht, daß die bloße Beobachtung der Thatsachen nicht auch ein sehr wichtiges Untersuchungsmittel ausmacht, und daß man nur diejenigen Erscheinungen recht kennt, auf welche man einzuwirken vermag. Die ganze Astronomie beruht auf dem Studium von Thatsachen, die unserem Wirkungskreise völlig entrückt sind, und dennoch sind die Fortschritte dieser Wissenschaft am weitesten gediehen.

Um indessen eine tiefere Einsicht in das Wesen der Thatsachen zu erlangen, muß von jedem einzelnen Falle eine große Zahl von Beobachtungen vorliegen. Die Aerzte müssen lange die Krankheiten nach den einfachsten Erscheinungen und mit Beachtung aller zufälligen oder herbeigeführten Wirkungen aufgezeichnet haben, bevor sie mit einiger Wahrscheinlichkeit sagen können: diese Zeichen waren hundert Mal in dieser Krankheit und unter diesen Umständen die Vorläufer dieses Ereignisses; sie werden es daher auch diesmal sein.

Die gesammelten Thatsachen müssen von dem Verstande je nach ihrer Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit vereinigt oder getrennt und so angeordnet werden, daß die constanten Beziehungen zweier, auf einanderfolgender Erscheinungen klar hervortreten. Nur dadurch, daß wir einerseits eine große Reihe einzelner Thatsachen sammeln und das Vereinbare gruppiren und andererseits aus dem so Gruppirten nach einer bestimmten Methode Gesetze entwickeln, gelangen wir zu wissenschaftlichen Erfahrungen. Die Methode, welche mit Hülfe des Calcüls aus den aneinandergereihten Erfahrungen Gesetze entwickelt, nennt man die numerische Methode.

Da es nun zu der erfolgreichen Anwendung dieser Methode eine wesentliche Bedingung ist, daß nur vergleichbare Thatsachen nebeneinander gruppirt werden, und da derartige Thatsachen leichter am Auge, welches selbst der Autopsie zugänglich ist, als an irgend einem anderen Organ zu beobachten sind, so eignet sich die Augenheilkunde mehr als jeder andere Zweig der Arzneiwissenschaft zur Behandlung nach der numerischen Methode. Hier muß vor Allem die so lange Zeit übliche ungenaue Statistik gelegentlicher Erinnerungen aus einer vielbewegten Praxis der numerischen Methode Platz machen.

Die numerische Methode hat aber, ungeachtet ihres anerkannt hohen Werthes, vielfach zu falschem Resultat geführt, weil bei ihrer Anwendung häufig manche etwas versteckt liegende Quelle des Irrthums unbeachtet blieb. Bei aller Anwendung des Calcüls sowohl auf Gegenstände der Natur als auf sociale Verhältnisse pflegen die Erfahrungsdata selten in der reinen Gestalt, wie man sie eigentlich gebraucht, aufzutreten, sondern

fast immer mehr oder weniger behaftet mit Störungen der Schwankungen, die in ihrem Wechsel keiner Regel gehorchen, und man sucht dann den daraus entstehenden Nachtheil, wenn auch nicht aufzuheben, doch soviel wie thunlich zu vermindern, dadurch daß man aus vielen einzelnen Resultaten das Mittel nimmt. Man rechnet darauf, daß bei einer solchen Benutzung einer großen Zahl von Fällen die zufälligen Schwankungen einander größtentheils compensiren, und legt dann dem Mittelwerth eine desto größere Zuverlässigkeit bei, je mehr partielle Resultate zugegen sind. Dieses ist auch im Allgemeinen vollkommen richtig, und durch consequente weitere Entwicklung und umsichtige Ausbeutung dieses Princips sind in der Heilwissenschaft, wie in vielen anderen Naturwissenschaften, nicht selten die belohnendsten Früchte, selbst glänzende Resultate, die dem Traditionsglauben oft gänzlich widersprachen, gewonnen. Allein die Sicherheit des Grundprincips beruht auf einer wesentlichen Bedingung, die häufig genug auch von Gelehrten von Fach außer Acht gelassen wird, und die darin besteht, daß die an den einzelnen Beobachtungen und Erfahrungen haftenden regellosen Störungen oder Schwankungen von einander ganz unabhängig sein müssen. Das Urtheil, ob eine solche Unabhängigkeit vorhanden sei oder nicht, kann zuweilen sehr schwierig und ohne tiefes Eindringen in das Sachverhältniß unmöglich sein, und wenn darüber Zweifel zurückbleiben, so wird auch das den Endresultaten beizulegende Gewicht ein precäres sein. In diesem Falle befinden sich leider die meisten pathologischen und namentlich therapeutischen Elemente. Der Werth der numerischen Methode in der Arzneiwissenschaft ist daher immer noch ein sehr beschränkter, sie hat bisher weiter nichts geliefert, als daß sie die Wahrscheinlichkeiten etwas genauer umgrenzte.

Wäre z. B. die Rede von dem Verhältniß der Frequenz der sogenannten scrophulösen Augenentzündung zu anderen Augenentzündungen an einem bestimmten Orte, so ist dieses bekanntlich in verschiedenen Jahren sehr ungleich; der durch die allgemeinen örtlichen und socialen Verhältnisse des Ortes bedingte Normalwerth in der Frequenz der einzelnen Augenentzündungen wird aber an einem Durchschnitt von zehn Jahren mit viel größerer Sicherheit erkannt, als wenn man sich bloß an ein einzelnes Jahr halten wollte. Der Grund ist aber der: weil zwischen den in den einzelnen Jahren vorkommenden Abweichungen von dem Normalwerthe kein besonderer Zusammenhang ist, vielmehr, wie auch die Erfahrung bestätigt, eine große Minusabweichung ebenso leicht in einem Jahre vorkommen kann, welcher unmittelbar darauf ein Jahr mit großer Plusabweichung folgt. — Aehnlich, wie in dem gegebenen Falle, aber oft noch complicirter, gestaltet sich das Verhältniß, wenn man den diagnostischen Werth eines nicht durchaus constanten Symptoms einer Krankheit feststellen will.

Der Calcül bietet in der Arzneiwissenschaft also nur das Mittel dar, aus den Elementen der medicinischen Statistik die Grenzen des Irrthums zu finden. Die Aerzte müssen daher unablässig die Principien desselben festhalten, wenn sie nicht Behauptungen, welche in der That kein Vertrauen verdienen, als absolut gultige annehmen und in die gröbsten Irrthumer verfallen wollen. Will man z. B. den wahren Einfluß einer angewandten Heilmethode beurtheilen, so müssen die Aerzte lange Reihen von Beobachtungen sammeln; denn die aus dem Gesetze der großen Zahlen abgeleiteten Principien sind ganz genau auf die therapeutischen Unter-

suchungen anzuwenden. Dennoch stellt das aus einer großen Reihe von Beobachtungen erhaltene Werthverhältniß einer therapeutischen Methode niemals den ganz genauen Ausdruck für den Einfluß der versuchten Heilmethode dar, sondern nähert sich demselben nur um so mehr, je zahlreicher die Beobachtungen sind; d. h. die Angaben über den Werth einer therapeutischen Methode schwanken zwischen gewissen Grenzen möglichen Irrthums, die um so näher aneinander rücken, je zahlreichere Thatsachen gesammelt werden, und die vermittelst der in einer statistischen Uebersicht zusammengestellten Zahlen nach den Regeln des Wahrscheinlichkeitscalcüls bestimmt werden können. Ein therapeutisches Gesetz, welches durch die Vergleichung einer geringen Anzahl von Beobachtungen gefunden wird, kann von der Wahrheit so entfernt sein, daß es keine Beachtung verdient. Soll eine Heilmethode der anderen vorgezogen werden, so müssen die Resultate derselben sich nicht nur vortheilhafter herausstellen, sondern der zwischen beiden ermittelte Unterschied muß eine gewisse Grenze überschreiten, deren Größe von der Anzahl der gesammelten Thatsachen abhängt. Jeder Unterschied zwischen den erhaltenen Resultaten, welcher innerhalb dieser Grenze liegt, die an und für sich um so kleiner ist, je zahlreicher die Beobachtungen sind, darf unberücksichtigt bleiben, und als Null betrachtet werden. Würden diese Grundsätze in der Praxis immer berücksichtigt, so hätten die von Louis angeführten 107 Fälle von Lungenentzündung, 44 von Gesichtsrose, 23 von Halsentzündung nicht hingereicht, um dem Praktiker, gegen die Erfahrung vergangener Jahrhunderte, die geringe Wirksamkeit der Blutentziehungen bei Behandlung dieser drei acuten Entzündungen zu erweisen. Aehnlich verhält es sich mit den therapeutischen Erfahrungen in der Medicin und Augenheilkunde in der medicinischen Schule zu Wien, die jetzt von reisenden Schülern in aller Welt herumgetragen werden. Will man bei therapeutischen Untersuchungen sein Ziel nicht verfehlen, so muß man sein Urtheil auf eine sehr umfassende Statistik gründen, in der die verschiedensten Momente der Krankheit, z. B. ihre Stadien, ihre Intensität und Ausdehnung, die Verhältnisse des Individuums nach Alter, Geschlecht, Constitution und vorangegangenen Krankheiten, der Charakter der epidemischen Constitution u. s. w., genau berücksichtigt werden, und zugleich muß man seine Zuflucht zu dem Gesetze der großen Zahlen nehmen, indem die Anzahl der Fälle nicht gleichgültig für den Werth der durch eine Berechnung gefundenen Resultate ist. Berechnet man z. B., um den Werth einer versuchten Heilmethode zu ermessen, das sogenannte mittlere Mortalitätsverhältniß, indem man, bei Zusammenstellung analoger Fälle, einerseits die Anzahl der Gestorbenen, andererseits die der Genesenen addirt und die Summe der ersteren durch die der letzteren dividirt, so hat natürlich das gefundene Mortalitätsverhältniß z. B. wie Eins zu Zehn nicht den nämlichen Werth, wenn es von zwanzig oder dreißig Erfahrungen abgeleitet ist, als wenn es nach drei-, vierhundert oder tausend genau ermittelten Thatsachen berechnet wäre. Bei allem diesen ist noch außerdem zu bedenken, daß es keine therapeutische Methode giebt, die nicht wenigstens in manchen Fällen wirkungslos geblieben wäre; selbst die China verläßt uns bisweilen bei der Behandlung der Wechselfieber. Anderntheils sind in manchen Epidemien die sonst heilbaren Krankheiten so heftig, daß keine Kurmethode gegen sie etwas vermag.

Um den relativen Werth zweier Heilmethoden, insofern sie bei einer und derselben gesammelten Krankheitsart angewendet werden können, zu

ermitteln, müssen die Beobachter zu diesem Zwecke alle Fälle dieser Krankheitsart, die sich ihnen darbieten, abgesehen von ihrer Intensität und ihren Complicationen, aufnehmen; kein Individuum ist man auszuschließen berechtigt, sobald nur die Krankheit, mit der man sich beschäftigt, eine Hauptrolle unter den Krankheitserscheinungen spielt und die Behandlung begonnen ward, weil sonst Gründe genug sich fänden, eine ziemliche Anzahl von der versuchten Heilmethode widersprechenden Fällen aus den Tabellen zu streichen, wodurch die allgemeinen Schlußfolgerungen bedeutend verfälscht würden. Man kann sogar die Grenzen noch enger ziehen, und den relativen Werth zweier Heilmethoden in Bezug auf eine Varietät der Krankheitsart zu bestimmen versuchen. In diesen dürften nicht mehr alle dargebotenen Fälle ohne Unterschied, sondern bloß jene zu den Verzeichnissen benutzt werden, die dem vorgezeichneten Krankheitsbilde entsprechen. Auch auf diese Weise würde man zu Schlüssen gelangen, die für den beabsichtigten Zweck vollkommen gültig sind, die aber niemals auf die gesammte Krankheitsart ausgedehnt werden dürfen.

Auf diese Weise kann mit Bestimmtheit der Weg bezeichnet werden, den der Arzt am Krankenbette einschlagen soll. Die Wissenschaft muß ihm genaue Belehrung ertheilen über die Mittel, welche in einer gegebenen Krankheit am wahrscheinlichsten zum Ziele führen, und über die Veränderungen, welche mit der Behandlung je nach der pathologischen Varietät des vorliegenden Falles vorgenommen werden müssen.

Giebt man die Behauptung zu, daß die Statistik nur durch eine große Anzahl von Thatsachen für die Therapeutik annehmbare Resultate liefern kann, so wird man nothwendig zu der Schlußfolgerung geleitet, daß man viel Zeit bedürfe, um die Heilmethoden nach ihrem Einflusse zu ordnen, und daß ein einziger Beobachter unmöglich die Lücken für das ganze Krankheitsregister auszufüllen vermag. Bei der jetzigen Entwicklung der Wissenschaften ist es einem Einzelnen unmöglich, alle Zweige zu umfassen, und man erkennt allgemein die Nothwendigkeit an, selbst mit den Untersuchungen einer und derselben Wissenschaft eine Zerklüftung vorzunehmen; namentlich aber hat man in der Medicin das Bedürfniß gefühlt, sich auf die Leistungen Anderer zu stützen. Keiner kann Alles sehen, Alles ermitteln, Alles in den Bereich seiner eigenen Erfahrungen hineinziehen. Von den Beobachtern muß jeder einen einzelnen Punkt der Therapeutik aufzuklären versuchen, und aus der Vereinigung aller einzelnen Arbeiten wird ein großartiges Ganze hervorgehen, durch welches die Wissenschaft eine sichere Basis erlangen kann. Aus diesem Grunde ersuchte ich schon bei der Herausgabe des ersten Bandes meiner klinischen Beiträge die Aerzte des In- und Auslandes, welche Gelegenheit haben auf dem Felde der Sinneskrankheiten häufigere Erfahrungen zu machen, mir die Resultate derselben in einer der numerischen Methode angemessenen Form zu senden, die ich dann unter Anführung des Namens der Autoren den meinigen anreihen wollte; aber leider ist diese Aufforderung bisher ganz unberücksichtigt geblieben.

Ohne Zweifel lassen sich die therapeutischen Gesetze auch bei einer Vertheilung der Aufgabe nicht so schnell ermitteln; allein die angegebene Richtung muß nothwendig zu einem besseren Ziele führen. Betrachtet man, welche Masse von Arbeiten zur Aufklärung solcher wichtiger Fragen angehäuft sind, und wie wenige wirkliche Bereicherungen die Heilkunst erlangt hat, so wird man sich überzeugen, welch langsame Fortschritte die

Heilwissenschaft macht, wenn es den Beobachtern an zuverlässigen Untersuchungsmethoden fehlt. Wenn man sich Jahrhunderte lang am Eingange streitet, wenn der traurigste therapeutische Scepticismus in der Medicin um sich zu greifen droht, ist man dann berechtigt, eine Methode, welche nothwendig zu bestimmten Resultaten führen muß, deßwegen unbeachtet zu lassen, weil sie wegen der Complication der medicinischen Fragen Jahre lange strenge Beobachtung erfordert?

War es nun bisher auch noch nicht möglich, das Gesetz der großen Zahlen in einer weiteren Ausdehnung auf die Augenheilkunde anzuwenden, so hat mir die numerische Methode in diesem Zweige der Wissenschaft, in der sie von Anderen noch weniger als von mir in Anwendung gebracht ist, doch schon Manches geleistet, von dem ich jetzt Einiges zum Schlusse dieses Aufsatzes hervorheben will.

Kein Organ des menschlichen Organismus wird so zahlreichen und mannigfaltigen Krankheiten unterworfen als das Auge. Ein jeder seiner Theile kann von einer Menge verschiedenartiger Krankheiten ergriffen werden.

Nach meinen bisherigen Zählungen kann man annehmen, daß in unserm Klima, wenn keine ansteckenden Epidemien dazwischen laufen, unter 100 Individuen jeder Altersclasse etwa 5 zur Zeit von Augenkrankheiten befallen werden.

Die Männer haben eine größere Prädisposition zu Augenkrankheiten als die Weiber. Ungeachtet in den meisten europäischen Ländern die Zahl der weiblichen Bevölkerung die der männlichen in dem Verhältnisse von 108:100 überwiegt, so verhält sich doch bei uns die Zahl der männlichen Augenkranken zu der der weiblichen etwa wie 15,20:12,75.

Individuen mit weißem Teint, mit hellem Haar und blauer Iris scheinen eine größere Disposition zu Augenkrankheiten zu haben als anders Gefärbte.

Das rechte Auge erkrankt etwas häufiger als das linke, am häufigsten aber werden beide Augen ergriffen.

Die größte Prädisposition zu Augenkrankheiten herrscht, nach einer Zählung von 1393 Fällen, offenbar in der Lebensperiode, die zwischen die Geburt und das Ende des zehnten Lebensjahres fällt.

Unter allen Geweben des Auges hat die Conjunctiva bei weitem die größte Disposition zu Krankheiten. In welcher Ordnung die übrigen Gewebe folgen, ist schon oben angegeben.

Die Combinationen der Entzündungen der verschiedenen Gewebe des menschlichen Sehorgans sind so mannigfaltig und scheinbar regellos, daß sie sich noch nicht unter allgemeine Kategorien bringen lassen. Unter 230 Entzündungen fand ich 43 verschiedene Combinationen. Werden Entzündungen u. dergl. von einem Organe plötzlich auf ein anderes, in keinem näheren Gefäßzusammenhange stehendes übertragen, so ist dies, was aus den angeführten Combinationen bewiesen werden kann, nicht die Folge einer ursprünglichen Sympathie, sondern wahrscheinlich davon, daß allgemeine Leiden alle gleich disponirten Theile mit gleicher Kraft betreffen. Mit wenigen Ausnahmen, welche sich fast nur auf gewisse Functionen der Nerven beziehen, hängt es von der Natur der Krankheit ab, zwischen welchen Theilen Sympathie eintreten soll.

Die meisten, namentlich die entzündlichen Augenkrankheiten, erreichen sehr schnell eine bedeutende Höhe, werden dann aber, wenn nicht frühzeitig

eine zweckmäßige Kunsthülfe eintritt, meistens chronisch. Eine genaue Vergleichung sämmtlicher Entzündungen in Beziehung auf ihre Dauer, ihre Ursachen und auf das Lebensalter, in welchem sie auftraten, hat mich überzeugt, daß das Lebensalter der Kranken keinen Einfluß auf den acuten oder chronischen Verlauf derselben ausübt, sondern allein die Art und Heftigkeit der Verletzung und die Beschaffenheit der Constitution.

Eine andere Frage, die ich durch die Statistik gelöst zu haben glaube, ist die, ob man in allen Fällen, ohne Rücksicht auf das Alter, den Verlauf, auf die successive Ausbildung der Ophthalmie, auf die Nebensymptome in anderen Organen, auf die Constitution, auf die äußeren Schädlichkeiten die specifische Natur der Augenkrankheit durch bloßes Ansehen der Augen erkennen könne. Meine Untersuchungen haben mich zu der Ueberzeugung gebracht, daß dies nur selten möglich ist. Die durch die specifischen Ursachen hervorgebrachten Modificationen der Entzündung in Form und Verlauf sind daher nicht so constant, daß man hierauf eine besondere Eintheilung der Entzündungen gründen dürfte. Genau genommen giebt es nur eine Entzündung des Auges, die verschiedene Ursachen haben und danach von verschiedenen Nebensymptomen begleitet sein kann. Die Modification der Röthe, die Lichtscheu und der Augenliedkrampf, der Sitz und die Art der subjectiven Gefühle, der Verlauf und die Vertheilung der Blutgefäße, der Sitz der etwa sich bildenden Phlyctänen und Pusteln, die verschiedene Form, Farbe und Beschaffenheit der Geschwüre, der Sitz der Entzündung in den verschiedenen Geweben, das Lebensalter des erkrankten Individuums bieten alle keine constanten Merkmale für die specifische Natur der Ophthalmie dar.

Das Verhältniß der absoluten Frequenz der einen Nachkrankheit zu der anderen findet seine Erklärung in dem Verhältnisse, worin die Häufigkeit der Erkrankung des einen Gewebes zu der des anderen steht; denn natürlich müssen in denjenigen Geweben am häufigsten Nachkrankheiten entstehen, die am öftersten erkranken. Demnach übt die Natur des Gewebes auf die Frequenz der Nachkrankheiten einen Einfluß aus, obgleich dabei der Einfluß der specifischen constitutionellen Grundursache nicht zu übersehen ist, indem die verschiedenen, durch ungleichartige Ursachen veranlaßten Entzündungen auch eine verschieden große Neigung, in Nachkrankheiten überzugehen, besitzen und außerdem eine größere Vorliebe für das eine oder andere Organ zeigen. — Auch auf die relative Frequenz der Nachkrankheiten hat die specifische Natur der Grundursachen einen nicht zu verkennenden Einfluß. Die Entzündungen eines und desselben Organs zeigen nämlich, je nach der Natur der constitutionellen Ursache, eine verschieden große Neigung in Nachkrankheiten überzugehen. — Diese Angaben allein liefern uns aber noch keinen sicheren Maßstab für die größere oder geringere Gefährlichkeit der einen oder der anderen Entzündung, denn diese wird außerdem von der Vorliebe der specifischen Grundursache für das eine oder andere Organ und von der Natur und Wichtigkeit des ergriffenen Organs bedingt. Diese letzteren Momente sind jedoch noch nicht hinreichend, um die relativ größere Frequenz bestimmter Ausgänge in einem und demselben Organe zu erklären. Hierzu muß einestheils die specifische Natur und Heftigkeit der Grundursache und die davon abhängende Heftigkeit und Neigung der Entzündung zu einem acuten oder chronischen Verlaufe, anderntheils das Lebensalter der betroffenen Individuen mit in Rechnung gezogen werden. Bei dieser Untersuchung stößt uns das interessante Resultat auf,

daß die Prädisposition zu Augenkrankheiten in den verschiedenen Lebensaltern durchaus nicht im geraden Verhältnisse mit der Neigung der Entzündungen, krankhafte Veränderungen der Gewebe einzuleiten, steht, sondern daß man oft ein umgekehrtes Verhältniß bemerkt. Dies will so viel sagen, daß in den Lebensaltern, in welchen die Prädisposition zu Augenkrankheiten gering ist, einmal eingetretene Krankheiten gefährlicher sind, und daß die Neigung der Krankheiten, materielle Gewebsveränderungen einzuleiten, weniger vom Lebensalter als von der Heftigkeit und Natur der Krankheiten abhängt.

Bei weitem der größte Theil der Augenkrankheiten steht mit Krankheiten anderer Organe und Systeme des Totalorganismus in Verbindung. Von 1393 Fällen mit präsumtiver Anlage litten 1091 neben den Augenkrankheiten auch noch gleichzeitig an Krankheiten anderer Systeme und Organe; folglich bleiben nur 302 Augenkranke mit präsumtiver Anlage übrig, welche im Uebrigen gesund zu sein schienen. Bei den 1091 Kranken kamen mit mannigfaltigen Complicationen, die in den Klinischen Beiträgen speciell aufgeführt sind, vor: die Scrophulosis 634 Mal, die Stasis abdominalis mit oder ohne Hämorrhoiden oder Störungen der Menses 153 Mal, die Stasis abdominalis mit Arthritis 163 Mal, der Rheumatismus 126 Mal, der Catarrh 101 Mal, Congestionen nach dem Kopfe mit Kopfschmerzen und Schwindel 15 Mal; außerdem kamen, obgleich im Ganzen nur 20 Mal, noch Syphilis, Scabies, Blattern, Rhachitis, Lähmungen, Delirium tremens, Epilepsie u. s. w. für sich allein vor. Hieraus folgt also, daß übrigens gesunde Individuen im Ganzen nur selten von Augenkrankheiten befallen werden.

Bei der Erforschung der Ursachen der Augenkrankheiten sind auch diejenigen constitutionellen Krankheiten des Organismus mit in Erwägung zu ziehen, welche den Augenkrankheiten und den mit ihnen gleichzeitigen Krankheiten anderer Organe und Systeme kürzere oder längere Zeit vorausgingen und mit jenen in einem ursachlichen Verhältnisse zu stehen scheinen. Solche Krankheiten, welche mit dem Ausbruche und Verlaufe der 1513 Augenkrankheiten (die traumatischen mitgerechnet) in einem ursachlichen Verhältnisse zu stehen schienen, wurden bei 1135 Kranken durch ein genaues chronologisches Krankenexamen nachgewiesen, während sie bei den übrigen 378 gefehlt zu haben scheinen. Unter den vorangegangenen Krankheiten spielten die Scrophulosis, die Gicht, die rheumatischen und catarrhalischen Beschwerden, die acuten und chronischen Hautausschläge die größte Rolle.

Die Scrophelkrankheit und die Gicht sind außerdem die häufigste Veranlassung zu chronischen Hautausschlägen. Von 215 Ausschlägen waren 180 scrophulöser und 20 gichtischer Natur. Alle diese Hautausschläge bestanden gleichzeitig mit Augenkrankheiten, viele von ihnen brachen schon vor der Entstehung der Augenkrankheiten aus, andere während des Verlaufes der letzteren, viele trockneten auch während des Bestehens der Augenkrankheiten ab, ohne auf den Verlauf derselben einen wesentlichen Einfluß auszuüben. Schon vor dem Ausbruche der Augenkrankheiten hatten 125 Individuen an chronischen Ausschlägen verschiedener Körpertheile gelitten, aber nur bei 34 folgte die Augenkrankheit bald nach der Unterdrückung des Exanthems. Aehnlich verhielt es sich mit der Otorrhoe, den habituellen stinkenden Fußschweißen, den Hämorrhoiden, den Menses, dem Rheumatismus, dem Catarrh, den Fontanellen.

Diese Beispiele reichen hin, um zu zeigen, daß die Haut, das Gehörorgan, die Füße u. s. w. mit den Augen in keinem vorwaltenden sympathischen oder antagonistischen Verhältnisse stehen und daß vermehrte Erregungen oder Thätigkeitsunterdrückungen nur in den seltensten Fällen einen heilsamen oder nachtheiligen Einfluß auf die Augen ausüben. Hierin liegt auch der Grund, warum künstliche Hautreize bei Augenkrankheiten in den meisten Fällen nichts nützen.

Die meisten Hautausschläge, Ohrenflüsse u. s. w. sind symptomatisch, und auch bei den sogenannten kritischen, wo die Krankheit mit Aufgebung ihrer bisherigen Symptomenformen sich in lokalen Hautausschlägen oder Ohrenflüssen concentrirt, oder durch diese entschieden wird, bleibt es immer noch zweifelhaft, ob man dieselben nicht für die letzten Symptome der schon schwindenden Krankheit halten kann. Für die allgemeine Therapie ist aber dennoch die Regel festzuhalten, nicht allein darüber zu wachen, daß keine äußere Einwirkung ein lokales Uebel supprimirt, sondern auch vorzüglich, daß kein innerer Einfluß andere Theile, wenn nicht vorbedachte Zwecke es erfordern, in einen Reizungszustand versetzt, durch den sie geneigt werden, das Uebel auf sich herbeizuziehen. Für die specielle Therapie folgt aus diesen durch die Statistik gewonnenen Resultaten die praktische Regel, daß man namentlich bei allen mit inneren und äußeren constitutionellen Krankheitszuständen complicirten Augenkrankheiten die Anwendung örtlicher Reizmittel entweder gänzlich vermeidet, oder zugleich ein natürliches Secretionsorgan, und vor allem den Darmkanal in vermehrte Thätigkeit versetzt. Der Darmkanal ist das Organ, welches in den meisten Fällen, um von den Augen abzuleiten, am zweckmäßigsten in Anspruch genommen wird. Die künstlich vermehrte Thätigkeit der übrigen Organe ist in der Regel nur dann von hervorstechender heilsamer Wirkung auf die Augen, wenn bald nach der Unterdrückung ihrer Thätigkeit die Augenkrankheit ausgebrochen ist. Außerdem lehrt die Statistik von 1500 Fällen, daß in Verbindung mit den auf den Darmkanal wirkenden Mitteln bei allen Augenentzündungen ohne Ausnahme kein anderes Mittel so sicher und heilsam wirkt, als die consequente, kräftige und unausgesetzte Anwendung der kalten Fomentationen auf das Auge.

Was die zufälligen Ursachen der Augenkrankheiten anbetrifft, so sind die Aussagen der Kranken in dieser Beziehung meistens so unbestimmt, daß man selten im Stande ist, hierüber etwas Genaues auszumitteln. Indessen ergeben meine Tabellen doch so viel, daß unter den nachweisbaren zufälligen Schädlichkeiten die Erkältungen, die mechanischen Verletzungen, die Einwirkung der Contagien und des Lichtes die häufigsten sind. In dem ganzen Gebiete der Aetiologie sind nur sehr wenige Verhältnisse wirklich erforscht und außer Zweifel gesetzt. Die Veränderungen der Atmosphäre, der Elektricität, des Magnetismus, der Wärme, des Lichtes sind rücksichtlich der wechselnden Einflüsse, welche sie auf den Gesundheitszustand der Menschen ausüben, seit den ältesten Zeiten Gegenstand schöner, poetischer Beschreibungen, und im besten Falle jener bequemen hippokratischen Betrachtungsweise gewesen, die einen Complex von Beobachtungen scheinbar richtig darstellt, ohne die einzelnen Bedingungen, von denen die Erfolge abhingen, durch genaue Untersuchungen zu ermitteln.

Die große Mehrzahl der Augenkranken kommt, mit Ausnahme der Gelehrten, unter den niedern Volksclassen vor, besonders unter solchen Ständen und Professionisten, deren Beschäftigung zu vielem Sitzen, zu an-

haltenden Anstrengungen der Augen, vorzüglich bei partiellem grellen oder sehr mattem Lichte, zu Erkältungen und mechanischen Verletzungen Veranlassung giebt. Außerdem prädisponirt ebensowohl ein sehr üppiges als ein zu karges Leben wie zu allgemeinen Krankheiten, so auch zu Augenkrankheiten.

Diese wenigen allgemeinen Betrachtungen, die ich noch durch viele specielle Angaben vervollständigen könnte, mögen hinreichen, um den Werth der numerischen Methode in der Augenheilkunde zu beweisen.

Anmerkung. Auf den Wunsch des Herausgebers ist, um eine größere Gleichförmigkeit dieses Artikels mit den früheren zu erzielen und um mehr Raum zu gewinnen, die Literatur, auf die im Texte mehrfach verwiesen ist, weggelassen. Ich halte diese Bemerkung für nöthig, um dem Verdachte, als möchte ich fremde Beobachtungen als meine eigenen dahin stellen, zu begegnen.

Ruete.

Krankheit[1].

Eine Untersuchung über den Begriff der Krankheit gehört jedenfalls zu den schwierigsten Aufgaben, welche an den Pathologen gestellt werden können. Keine Definition dieses Begriffes ist bisher nur zu einer relativ allgemeinen Anerkennung gelangt, im Gegentheil hat ein Jeder, der sich mit den hier einschlagenden Erörterungen beschäftigte, das Bestreben gezeigt, das Ungenügende in den Versuchen seiner Vorgänger zu erweisen und etwas Besseres an deren Stelle zu setzen, und zwar gegenüber der Behauptung der meisten Einzelnen, daß ihrer Definition, als einer allen Anforderungen genügenden, Nichts weiter entgegenzusetzen sei. Der Verfasser dieses Aufsatzes wird sich der Versuchung enthalten, eine neue probehaltige Definition aufzustellen, nicht sowohl weil er fürchtet, in die Fehler seiner Vorgänger zu verfallen und einen unvermeidlichen Tadel zu erfahren, sondern weil er der Ueberzeugung ist, daß von Gegenständen der Natur und von natürlichen Vorgängen überhaupt nur eine thatsächliche Beschreibung, nicht aber eine umfassende Definition gegeben werden kann, so lange, gemäß der Gränzen menschlicher Erkenntniß, die letzten Ursachen der erschaffenen Dinge nicht erkannt sind. Ein jeder Versuch zur Definition von Naturgegenständen kann nur insofern Werth haben, als er von

---

[1] Ich habe die Ausarbeitung dieses Artikels um so lieber übernommen, als dadurch die Gelegenheit geboten wurde, über Gegenstände, welche in neuerer Zeit von den Aerzten fast weniger, als von deren wissenschaftlichen Seitenverwandten besprochen wurden, die Ansichten eines Praktikers zu veröffentlichen. Obgleich mir nun der Aufsatz mehr, als es wünschenswerth schien, unter den Händen gewachsen ist, so ist es doch der Natur des Gegenstandes nach begreiflich, daß auch in dem gegenwärtigen Umfange Vieles nur hat angedeutet werden können, was nothwendig einer weiteren Begründung bedurft hätte. Es findet sich zwar in dem hier Folgenden kaum Etwas, was nicht schon von anderen Seiten hie und da ausgesprochen worden wäre, allein es schien unumgänglich nothwendig, dies mit unserem Zwecke, der Feststellung der wichtigsten Grundsätze, in wirklichen Zusammenhang zu bringen; denn noch immer hat nirgends ein geistreiches Spiel mit Wahrscheinlichkeiten, welche begreiflich Richtiges und Unrichtiges, Thatsache und Vermuthung gemischt enthalten, mehr Aussicht auf augenblicklichen Erfolg, als in der Pathologie. Aus dergleichen Erfolgen geht aber immer eine erneuerte, wenn auch jedesmal variirte Verwirrung der wissenschaftlichen Principien hervor. Habe ich nun in den vorliegenden Blättern Einiges zur Sichtung des Ideenganges beigetragen, so ist der Zweck der Arbeit erreicht, wenn auch der Gegenstand bei Weitem noch nicht abgeschlossen. Zürich, im November 1847. H. K. E.

der Höhe eines neuen umfassenden Standpunktes in der betreffenden Wissenschaft erfolgt, also von einem Fortschritte unserer Erkenntniß Zeugniß giebt. Belege hierzu sind die verschiedenen Versuche, die Begriffe von Pflanze und Thier zu definiren. Demnach darf es nicht als eine Mißachtung der Bestrebungen, Definitionen aufzustellen, angesehen werden, wenn die eben ausgesprochenen Ansichten diesem Aufsatze vorangeschickt worden sind.

Das Wort Krankheit schließt zunächst einen Gegensatz in sich, dessen Wichtigkeit immer anerkannt wurde: den der Gesundheit. Das gesunde Leben war Gegenstand der physiologischen, das kranke der pathologischen Forschung. So wie man aber dem Physiologen nicht zumuthete, die Begriffsbestimmung der Gesundheit als letztes Ziel seiner Untersuchungen aufzunehmen, so sollten auch die Pathologen sich enthalten, die Definition der Krankheit als höchste wissenschaftliche Forderung anzusehen. Am allerwenigsten aber sollte man eine allgemeine Untersuchung über das Wesen der Krankheit auf diesen Unterschied basiren. Krankheit und Gesundheit sind, wie Alle anerkennen, relative, ja conventionelle Bezeichnungen. Sie sind in concreto für das Sein eines einzelnen Individuums, für jedes beinahe in anderer Weise und Ausdehnung, anwendbar, nicht aber in abstracto feststehende Begriffe. Dies hat man schon von Alters her gefühlt und dadurch ausgesprochen, daß man mehre von beiden genannten verschiedene, ja mitten zwischen denselben stehende Zustände zu unterscheiden genöthigt war. Mit solchen Unterschieden half man sich praktisch, versäumte es jedoch, durch eine gründliche Beseitigung der unklaren Begriffe die Wissenschaft zu verwahren. Es verrückt sich aber unser ganzer wissenschaftlicher Standpunkt, wenn wir von diesem höchstens im Einzelfalle schlagenden Gegensatze zwischen Gesundheit und Krankheit ausgehen. Die Ursache, warum man der Pathologie oftmals den leichtfertigen Vorwurf gemacht hat, daß sie eigentlich einer wahren wissenschaftlichen Basis entbehre, liegt gerade in dem ängstlichen Festhalten an diesem conventionellen und demnach in abstracto nicht haltbaren Gegensatze; die consequente Verfolgung desselben hat endlich dahin geführt, daß man das Wesen des kranken Lebens als etwas dem Wesen des gesunden Lebens wirklich Entgegengesetztes auffaßte, daß man die Krankheit im Ernste oder im Bilde als einen Parasiten, als einen besonderen Organismus betrachtet wissen wollte.

Soll nun die Untersuchung über den Begriff der Krankheit beseitigt werden, wie wenn sie für unsere Wissenschaft nutzlos wäre, zu keinem reellen Resultate führte? Keineswegs, eine solche Untersuchung wird gerade dazu dienen, den wissenschaftlichen Standpunkt der Krankheitslehre festzustellen; nur müssen wir dabei schonungslos alle conventionellen Fesseln abstreifen, nur müssen wir dabei eine möglichst vorurtheilsfreie Stellung gegenüber der Entwicklung unserer menschlichen Erkenntniß dieses Gegenstandes einzunehmen suchen. Wir werden aber mit um so mehr Aussicht auf Erfolg an eine solche Untersuchung gehen, wenn wir uns vorher über die Hindernisse klar geworden sind, welche einer unbefangenen und streng wissenschaftlichen nosologischen Forschung von jeher entgegenstanden.

Es liegt in der Natur der Sache und ist hinreichend bekannt, daß der Ausdruck Krankheit sowohl, als die Kenntnißnahme der einzelnen Krankheiten in den Forderungen eines praktischen Bedürfnisses begründet war. Diese nämlichen praktischen Forderungen machten sich von Anfang

an durch alle Zeiten und bis in die Gegenwart geltend. Sie verfehlten nicht, ihre Wirkung auf den Arzt selbst auszuüben, und erzeugten in ihm gewissermaßen ein doppeltes Wesen. Eines Theiles nämlich erwartete man von ihm bis zu einem gewissen Grade einen zuverlässigen Beistand gegen alle körperlichen Beeinträchtigungen, und so nöthigten ihn die eigenthümlichen Verhältnisse, welche seine äußere Stellung von seinem praktischen Wirken abhängig machten, zu einer eingebildeten oder seinem eigenen Bewußtsein widersprechenden Sicherheit in der Erkenntniß und Behandlung der Krankheiten. Anderen Theiles trieb ihn jene praktische Nothwendigkeit eben sowohl, als auch ein höheres Bedürfniß, zur tieferen pathologischen Forschung, welche er der Ausübung seines Berufes zu Grunde zu legen bedacht sein mußte. Alles, was er als Arzt zu heilen hatte, wurde ihm als Pathologen zum Gegenstande einer Wissenschaft. Aus diesem eigenthümlichen Verhältnisse ist es erklärlich, warum zu allen Zeiten und unter allen Völkern die Medicin, nachdem sie einmal aufgehört hatte, in den Händen des Priesterstandes zu liegen, mit Nothwendigkeit zur systematischen Ausbildung, zu einer scheinbar fertigen Abrundung gedrängt wurde. Je mangelhafter die Kenntnisse der äußeren Natur waren, desto nothwendiger ein fortwährender Wechsel der Ansichten mit jedem neuen Fortschritte der Wissenschaft. So sehen wir wirklich, je nachdem der Entwicklungsgang des menschlichen Geistes eine entsprechende Richtung nahm, bald ein mehr humorales, bald ein mehr solidares, bald ein mehr dynamisches, aber immer fertiges System der Medicin auftreten; ja wir können selbst in der Gegenwart diese einzelnen Richtungen als herrschende noch deutlich unterscheiden. Immer aber blieb doch der Hauptfehler, die Verwendung des gesammten so ungleichartigen fertigen und unfertigen Stückwerkes als ebenbürtigen Materiales zu einem wissenschaftlichen Gebäude; denn es war die immer wiederholte Forderung, daß die pathologische Theorie mehr oder weniger als ein abgeschlossenes vollendetes Ganzes der Praxis dienen mußte, als solches aber einen unvermeidlichen Zwang, eine conventionelle Beschränkung dem forschenden Geiste auferlegte. Der Zweifel, als eigentlicher Quell der Forschung, war dem Praktiker seinem Publikum gegenüber schadenbringend, eine angelernte oder unwillkürliche Sicherheit dagegen imponirte dem Patienten, deshalb wurde jener gewaltsam zurückgedrängt, diese instinctmäßig vorangestellt. Daher ist es wohl deutlich zu ersehen, welche Hindernisse gerade der vorurtheilsfreien Forschung in der Medicin entgegenstanden, wie dieselbe genöthigt wurde, durch voreilige Schlußfolgerung der factischen Erörterung voranzueilen und nach einer wissenschaftlichen Form zu ringen, während so viele populäre Ueberlieferung und conjecturielles Resultat nothwendig in dem Kern derselben enthalten sein mußte. Dies um so mehr, als die unbewußt und durch bloßes Sprachbedürfniß entstandenen Worte Gesundheit und Krankheit in immer verschiedener Ausdehnung, sowie die einzelnen auf demselben Wege entstandenen Krankheitsnamen in wechselnder Bedeutung gebraucht wurden, je nach der Bestimmung der jedesmaligen sich geltend machenden Ansichten.

Die Sprache der Pathologen, wir haben gesehen wie sie entstand, gab selbst ein Hinderniß für die Wissenschaft ab; ihre Unsicherheit erschwerte die Verständigung über die Objecte der Krankheitslehre. Man verfolge nur die fast endlose Verschiedenheit der Meinungen der Historiker über die wahre Bedeutung der Bezeichnungen, welche die Alten einzelnen Krankheiten und ganzen Epidemien gaben. Welche Masse von verschiedenen

Gegenständen wurde von jeher in die Namen Fieber, Pest, Aussatz, Rheuma, Katarrhus u. s. w. gehüllt! Was hat Alles den Namen Typhus tragen müssen! Die Terminologie der neueren Zeit ist ebenso wenig von dem Vorwurf der Unklarheit freizusprechen, und gar oft verbirgt sich die Gedankenlosigkeit hinter tönenden griechischen Worten. Je weniger eine bestimmte Kenntniß des Gegenstandes vorhanden ist, desto größer die Versuchung, durch Namen der Sache zu Hülfe zu kommen. Ein Hauptgrund dieses Uebelstandes der Sprachverwirrung ist, daß sich die Krankheit als Ganzes nicht in Museen aufstellen, nicht in Exemplaren umhersenden läßt wie ein Vogel oder ein Mineral. Was e i n Beobachter sieht, das kann er nur wenigen Gleichzeitigen zeigen; es ist vorübergehend, kehrt in derselben Form vielleicht nie oder zu ungelegener Zeit wieder. Ein Anderer, der es anderswo auch findet, beschreibt es nach dem Standpunkte seiner wissenschaftlichen Erkenntniß verschieden, und setzt einen besonderen Namen seiner Erfindung davor. So machen, statt bestimmter Objecte, subjective Anschauungen die Runde in der wissenschaftlichen Welt. Wie schwer bei der einmal zur Gewohnheit und Regel gewordenen Verwirrung die Verständigung ist, können wir sogar an der oft abweichenden Bezeichnung und Deutung anatomischer Läsionen sehen, welche sich doch in Abbildungen oder in Präparaten der allgemeinen Betrachtung überliefern lassen.

Haben wir nun vorhin erkannt, wie die Medicin als Kunst entstand und fortbetrieben wurde, und dennoch die Krankheiten als fertige, willkürlich bezeichnete Anschauungen aufnehmen mußte, so begreift man leicht, daß diese Anschauungen eben vorzugsweise nicht anders als traditioneller Natur sein konnten und weit entfernt waren, ohne Weiteres den Stoff zu wirklichen Begriffen darzubieten. Die Idee der Krankheit in abstracto war daher aus solchem Material nicht zu gewinnen, und jeder Versuch dazu entbehrte von vornherein der eigentlichen Basis.

Jene oben erwähnte unvermeidliche Stellung der Pathologen als Vertreter eines praktischen Berufes führte noch weitere Uebelstände herbei, die wir nicht übergehen dürfen, da dieselben offenbar von dem wichtigsten Einfluß auf den Gang unserer Wissenschaft waren. Die Aerzte trennten sich, je nach ihrer verschiedenen Richtung, nach Neigung und nach äußerlichem Geschick, schon frühzeitig in einzelne Gilden, die sich mit der Zeit immer strenger von einander abschlossen, ja selbst während einer längeren Periode sich gegenseitig anfeindeten. Die Aerzte, indem sie mit Geringschätzung auf den Gegenstand der Thätigkeit der Chirurgen hinabschauten, beraubten sich dadurch der wichtigen Belehrungen, welche theils aus einer tieferen Auffassung der ursprünglich mechanischen Störungen, theils aus der Beobachtung von mehr oder minder frei zu Tage liegenden Krankheitsvorgängen hervorgehen konnten. Ihre Forschung blieb beschränkt auf die schwierigsten und dunkelsten Zustände, deren richtige Erkenntniß sich eben nur durch einen gesunden Blick auf einfachere Verhältnisse anbahnen läßt. Eine solche Isolirung der sogenannten inneren Heilkunde führte fast nothwendig immer tiefer in das dunkle Gebiet der Hypothesen und zu einer mystischen Auffassung der Natur der Krankheiten. Die Pathologie ignorirte gänzlich die mechanischen Verletzungen und verwies mit unbewußter Consequenz zuletzt auch die Lehre von den Vergiftungen in das abgesonderte Gebiet einer eigenen Wissenschaft, der Toxikologie. — Indem nun zugleich die sogenannten inneren Aerzte durch ihre sonstige überwiegende wissenschaftliche Bildung eine größere Befähigung zu theoretischer Thätigkeit besaßen, ver-

fehlten sie nicht, einen indirecten Einfluß auf die wissenschaftliche Gestaltung aller Zweige der Heilkunde auszuüben, welcher die eigenthümliche Richtung der Medicin auch der Chirurgie aufdrängte. Die Chirurgen dagegen, vermöge ihrer besonderen Verhältnisse, brachten es nicht über die nächsten praktischen Fortschritte hinaus zu einer ersprießlichen geistigen Wechselwirkung. Auch hier hat die neuere Zeit, namentlich seit J. Hunter's Arbeiten, eine wohlthätige Umänderung des Standes der Dinge herbeigeführt.

Nicht wenige Hindernisse und nicht geringe Belastung mit unsicheren Ueberlieferungen entsprangen aber aus gewissen eigenthümlichen Schwierigkeiten, welche einer tieferen Erkenntniß des Objectes der Krankheitslehre selbst entgegenstanden. Diese Schwierigkeiten sind darin begründet, daß der Gegenstand der Forschung ein organischer Prozeß ist, welcher im geschlossenen lebendigen Organismus seinen Verlauf macht. Bei diesem Verhältniß waren die Materialien, aus denen man das Gebäude der Nosologie aufzuführen hatte, abgerissene Fragmente, welche dann freilich meistens auf eine abenteuerliche Weise zusammengesetzt wurden. Zugleich mußte die Nosologie, die es mit lebendigen Individuen zu thun hat, auf manche Belehrung, durch Experimente u. dergl., verzichten, während anderen Wissenschaften verstattet war, alle denkbaren Mittel zur Erreichung ihrer Zwecke zu benutzen. Es wäre überflüssig, das bisher Angedeutete durch einen weitläufigen Commentar des ersten Hippokratischen Aphorismus, der nie bestritten wurde, besonders auszuführen; aber es liegt nahe, den schwierigen und langsamen Entwicklungsgang der Pathologie in der Wahrheit dieses alten Satzes zu begreifen. Unter solchen Umständen macht es indessen den Aerzten aller Zeiten Ehre, wenn sie die einfache und sorgfältige Beobachtung der Natur auf der Basis der eben zu Gebote stehenden Hülfsmittel mit um so mehr Bereitwilligkeit und Anerkennung hinnahmen, je schwieriger dieselbe unter den gegebenen Umständen war. Man nannte solche unbefangene Auffassung der Dinge die Hippokratische Methode, und wir begegnen dieser unter den verschiedensten Formen, selbst da wieder, wo die Hippokratische Pathologie als bereits beseitigt angesehen werden mußte.

Gehen wir nun näher über zu der Art und Weise, wie die Erkenntniß der krankhaften Zustände sich entwickelte und wie die theoretische Erklärung derselben angestrebt wurde, so zeigt es sich, daß die Aerzte während einer unverhältnißmäßig langen Zeitperiode einzig auf die Beobachtung der äußeren Erscheinungen am lebenden kranken Körper angewiesen waren. Die Pathologie gestaltete sich ursprünglich als eine rein symptomatische, und was man von inneren Vorgängen lehrte, beruhte entweder auf einer sehr seltenen gelegentlichen Anschauung, oder auf Analogieen und Conjecturen. Die Krankheiten wurden, je mehr die Beobachtungen sich häuften, nach ihrer äußeren Form, nach künstlichen Merkmalen unterschieden und nach willkürlichen Vergleichungen mit anderen natürlichen Gegenständen oder Vorgängen benannt. Man kannte keine Krankheitsprozesse, sondern nur Krankheitsbilder. Jedes Bild stellte ein Ganzes, eine Einheit dar, und es ist leicht zu begreifen, wie hier Bilder der Phantasie, eingebildete Einheiten, nach willkürlicher Ansicht häufig genug geschaffen werden mußten. Ein besonders günstiger, wiewohl seltener Zufall war es, wenn hierbei die formelle Auffassung einiger Krankheiten mit dem realen Krankheitsprozesse zusammentraf.

Der Gang der geistigen Thätigkeit bei dieser symptomatischen Auffassung der Krankheit war ungefähr der folgende: Zunächst wurde alles äußerlich Wahrnehmbare an kranken Menschen sorgfältig gesammelt und verglichen; wo dann die Mehrzahl der äußeren Erscheinungen an verschiedenen Individuen übereinstimmend sich vorfand, da hielt man sich für berechtigt, die gleiche Erkrankung anzunehmen und setzte aus allen Fragmenten der einzelnen übereinstimmenden Fälle das Gesammtbild zusammen. Bedenken wir nun, daß die Symptome, welche in den älteren Pathologieen bei einzelnen, z. B. den sogenannten acuten Krankheiten aufgezählt werden, sich sehr häufig nur zum kleinsten Theile auf die erregende Ursache oder auf das vorzugsweise leidende Organ beziehen, daß dieselben vielmehr meistentheils zunächst von Aeußerungen der im Körper allgemein verbreiteten Apparate, des Nerven- und Gefäßsystemes, abhängig sind, so wird es ziemlich klar werden, wie häufig jene abstracten Krankheitsbilder die (nach Ursachen und Oertlichkeiten) verschiedensten Erkrankungsweisen in einem und demselben Rahmen enthielten, und wie umgekehrt die gleiche Erkrankung, je nach dem Grade ihrer Beziehung zum Nerven- und Gefäßsystem, oder je nach der verschiedenen Beschaffenheit, in welcher sie diese Apparate traf, gar oft in mehre verschiedene Bilder getrennt werden mußten. Die ältere Lehre von den Fiebern und Entzündungen giebt hierzu zahlreiche Belege, und suchen wir nach einem noch heute gültigen und lehrreichen Beispiele, so finden wir es in dem gegenwärtigen Standpunkte der Auffassung der Nervenkrankheiten. — Ueberflüssig wäre es, der symptomatischen Pathologie auf dem Wege nachzuspüren, auf welchem sie zu solchen Krankheitsbildern, wie Wassersucht, Schwindsucht, Blutflüssen u. s. w., gelangte. Die Gewaltsamkeit, mit welcher wir diese sogenannten Krankheitseinheiten noch in manche neueste Systeme, trotz der entschiedensten Belehrung durch die pathologische Anatomie übergeführt und mühselig wieder zersplittert finden, giebt uns für unsere Betrachtung hinlängliche Belege.

Schlimmere Folgen als diese symptomatische Methode selbst hatte aber die Consequenz, mit welcher man an solchen abstracten Krankheitsbildern festhielt, sich dieselben im Laufe der Zeiten von Generation zu Generation theils aus Pietät, theils aus Bequemlichkeit überlieferte, bis man gar nicht mehr daran zweifeln mochte und durfte, daß dieselben wirklich als Einheiten existirten. Die Geschöpfe der Phantasie und der Abstraction, die ideellen Gebilde einer nothgedrungenen und mit beschränkten Mitteln schaffenden geistigen Thätigkeit stand man endlich nicht mehr an, für gleichberechtigt mit wirklichen Individuen des Naturreiches zu halten. Man sprach von Krankheitsgattungen und Arten, man dachte sich unwillkürlich dieselben als selbstständige geschlossene Ganze. Wenn auch die Verkörperung der Krankheiten zu wirklichen Wesen außerhalb des Organismus offenbar von Vielen nur bildlich gemeint war, so machte man sich doch nicht selbstbewußt von einer solchen mythischen Anschauungsweise frei, sondern basirte vielmehr immerfort gerade darauf die gesammte Wissenschaft. Es ist begreiflich, daß, so lange man bei dieser symptomatischen Methode blieb, die Pathologie und namentlich die Entwicklung des Begriffes Krankheit keine wesentliche weitere wissenschaftliche Ausbildung bekommen, und daß selbst die eifrige Aufnahme der Entdeckungen in den übrigen Naturwissenschaften keinen Fortschritt der Grundideen der Nosologie herbeiführen konnte. Es bedurfte hierzu einer gänzlichen Umwälzung der Forschungsweise.

Eine solche haben wir erst in der neueren Zeit erlebt, und sie erfolgte durch die pathologische Anatomie. Es lag nicht an den Aerzten, daß die Untersuchung der materiellen Veränderungen in den Krankheiten so spät erst diesen Einfluß übte, vielmehr ist es hinreichend bekannt, wie schon in den ältesten Zeiten jede sparsame Gelegenheit benutzt wurde, durch Leichenöffnungen zu weiterer Einsicht zu gelangen. Die Geschichte giebt Auskunft darüber, wie Vorurtheil, religiöser Zwang und andere Gründe die anatomischen Forschungen am menschlichen Körper in umfassender Weise verboten. Mehre Jahrhunderte indessen mußten vergehen, bevor die anatomisch-physiologische Kenntniß des menschlichen Körpers eine sichere Basis für pathologischen Erwerb gewährte. Bonnet und Morgagni legten den ersten Grund, aber erst eigentlich durch Laënnec erhielten wir eine erschöpfende und ersprießliche Anwendung der anatomischen Forschung auf die Geschichte der Krankheiten. Ganz neue Anschauungen eröffneten sich, und immer mehr schien sich der Blick in das Innere zu erweitern, den unsere Vorgänger so oft vergeblich herbeigewünscht hatten, wo sie sich mit dem Spiegelbilde der äußeren Erscheinungen begnügen mußten. Es war, als ob die ganze Pathologie in der pathologischen Anatomie aufgehen sollte. Im Anfang zwar versuchte man es, die alten Krankheitseinheiten aufrecht zu halten. Man bestrebte sich, den überlieferten Krankheitsbildern das entsprechende materielle Substrat unterzulegen und also die neuen Forschungen dem früher Erworbenen unmittelbar anzuschließen. In manchen Fällen gelang dies und gab einen schönen Beweis für den richtigen Blick, mit welchem unsere Vorfahren die Natur aufgefaßt hatten. In anderen Fällen hatten die fortschreitenden anatomisch-physiologischen Kenntnisse schon längst über das Vorhandensein örtlicher materieller Veränderungen Belehrung verschafft, und es hatten diese den Uebergang zu der neuen Anschauungsweise vielfach vermittelt. Je länger aber desto mehr fand es sich, daß die älteren Ueberlieferungen sich nicht mit den Resultaten der pathologischen Anatomie vereinigen ließen, und obgleich wiederholte übereilte Versuche einer gänzlichen Umgestaltung der Pathologie sich unhaltbar erwiesen, konnte es endlich doch nicht fehlen, daß sich nach und nach immer mehr neue Begriffe an die Stelle der früheren symptomatologischen Abstractionen einbürgerten. Die Frage war jetzt nicht mehr: welche organischen Veränderungen werden durch die Krankheiten hervorgebracht, sondern durch welche Symptome sind jene Veränderungen während des Lebens zu erkennen. Die Krankheit wurde zur anatomischen Läsion, nachdem sie vorher als eine Gesammtheit von Symptomen, das Abbild eines derselben zum Grunde liegend gedachten Wesens, aufgefaßt worden war. Es ist klar, wie sehr durch solche Anschauungsweise der Gegenstand unserer Wissenschaft an Faßlichkeit gewann, indem er der Speculation entrissen und dem Bereiche der Sinnlichkeit übergeben wurde. Die Symptomatologie selbst bereicherte sich unendlich, obgleich ihre Alleinherrschaft aufgehört hatte.

Was war nun durch diesen Umschwung der Ideen, durch diese Erweiterung der Erkenntnisse für eine bessere Einsicht in das Wesen der Krankheit gewonnen? Diese Frage wurde namentlich von den Gegnern der neuen Richtung aufgeworfen, um zu beweisen, daß, trotz des kaum übersehbaren Zuflusses an thatsächlichen Bereicherungen der Wissenschaft, der theoretische Standpunkt derselben noch immer der gleiche geblieben sei. Zu unserer Ueberraschung finden wir bei einem tieferen Eingehen in die erwähnte Frage, daß dies wirklich der Fall ist. Hiermit ist indessen der

Streit nicht zu Gunsten der alten Krankheitsgattungen und Arten als außenstehender Wesen, nicht zu Gunsten der Definition der Krankheiten als feindlicher Individuen, Parasiten u. dergl. entschieden, sondern es soll damit nur ausgesprochen werden, daß die anatomische wie die symptomatologische Begründung der Nosologie auf demselben Ideengange beruhen, und daß daher beide nicht hinreichen, den Begriff der Krankheit zu wissenschaftlicher Klarheit zu erheben.

In der That muß es für diesen Zweck gleichgültig erscheinen, ob man aus einer Reihe von Symptomen oder aus einem Aggregat organischer Veränderungen künstlich ein geschlossenes Ganzes bildet, welches man durch einen willkürlich oder nach äußeren Aehnlichkeiten gewählten Namen von anderen als bestimmte Krankheitsspecies unterscheidet. Man darf sich hierbei nur daran erinnern, welche Verwirrung im Gebrauche der Worte Entzündung, Hypertrophie, Erweichung u. dergl. stattfindet. Alle diese Ausdrücke beziehen sich auf formell recht wohl zu charakterisirende Zustände an verschiedenen Organen, sind aber weit entfernt, wesentliche Unterschiede in dem eigentlichen Ursprunge des Erkrankens zu bezeichnen. Wenn man sehen will, zu welcher Einseitigkeit auch hier die consequente Anwendung dieser Beschauungsweise führte, so genügt es, der Localpathologie und der Entzündungslehre einer noch vor gar nicht lange maaßgebenden pathologisch-anatomischen Schule zu gedenken.

Der eigentliche Fortschritt, den wir der anatomischen Forschung für unseren Zweck verdanken, besteht darin, daß durch dieselbe in dem Chaos der idealen Krankheitsbilder aufgeräumt, die Nichtigkeit der bloßen Speculation anerkannt, und ein positiver körperlicher Boden gefunden wurde, auf dem sich eine den Gesetzen der übrigen weit vorangeeilten Naturwissenschaften entsprechende physikalische Forschung ausbreiten konnte. Es war jetzt möglich, den breiten Grund zu dem Gebäude zu legen, an dessen Gipfel bisher vergeblich gearbeitet worden war. Hat also die anatomische Pathologie das Wesen des Gegenstandes nicht selbst erfassen können, so gab sie doch für diesen Zweck ganz andere und fruchtbarere Materialien her. Sie bildet die hauptsächliche Basis, den nothwendigen Uebergang zu einer neuen Entwicklung der theoretischen Grundansicht.

Nachdem wir im Obigen gesehen haben, in wie weit es möglich ist, durch die bisherige Erkenntniß der einzelnen Krankheiten zum eigentlichen Krankheitsbegriff vorzudringen, so ist nun darzustellen, wie man auf pathogenetischem Wege unseren Gegenstand zu erfassen suchte. Auch hier lassen sich nur einzelne Hauptmomente hervorheben, da es außerdem nothwendig sein würde, die gesammte Geschichte der Medicin herbeizuziehen.

Von jeher lag es den Aerzten daran, zu fragen: woher kommen die Störungen der Gesundheit, die man Krankheiten nennt, und was ist es im Menschen, dessen Störung die Krankheit ausmacht? Die Antwort auf diese beiden Fragen fiel natürlich sehr verschieden aus, je nach dem verschiedenen philosophischen und physiologischen Bildungsgrade, auf welchem sich die Pathologen befanden. Den ersten Punkt suchte man vorzugsweise auf zweierlei Art zu erörtern. Entweder nämlich legte man demselben die eine oder die andere Theorie der allgemeinen Naturerscheinungen zu Grunde, oder man suchte alle die einzelnen Verhältnisse, unter deren Einflusse die Menschen sich befinden, zur Erklärung ihrer Krankheiten zu benutzen. Der zweite Punkt forderte allerdings auch die Phantasie zu Speculationen auf, und es bildeten sich bei seiner Besprechung die Ideen des Pneuma, des

Archäus, des Lebensprincips u. s. w.; wir dürfen dieselben jedoch für einmal bei Seite lassen und uns damit begnügen, daß im Ganzen Dreierlei im Organismus als Angriffsstellen der Krankheit bezeichnet wurde. Bald waren es nämlich die angeblich dem Leben zum Grunde liegenden unsichtbaren Kräfte (dynamische Medicin, Nervenpathologie), bald die mechanischen Verhältnisse und die Beschaffenheit der festen Theile (Jatromechanik, Solidarpathologie), bald die den Körper durchströmenden Säfte (Humoralpathologie), deren Beeinträchtigung die Krankheiten begründen sollte.

Darüber ist man nun längst einig, daß gänzlich davon abzusehen sei, die Entstehung und das Wesen der Krankheiten durch mystische oder rein theoretische Ansichten über die Natur der Dinge im Allgemeinen zur Erklärung zu bringen. Der aprioristische Weg ist in den Naturwissenschaften verlassen. Wirklich muß es auch für ein Zeichen der ersten Unbefangenheit der Anschauung gelten, wenn man einen Gegenstand, den man in seinen einzelnen Erscheinungen noch durchaus nicht kennen gelernt hat, mit einem Male in seiner Allgemeinheit bewältigen zu können glaubt. Theorieen der Art sind historisch geworden, Zeugnisse der geistigen Entwicklung gewisser Zeitperioden und einzelner Völker, oder Denkmale der oft eminenten subjectiven Geistesthätigkeit einzelner Männer. Auch hier ist es nothwendig, vom Speciellen zum Allgemeinen überzugehen; gerade wie man, um zur Feststellung einer bestimmten Krankheit zu gelangen, erst die symptomatologischen und anatomischen Eigenschaften derselben kennen lernen mußte. Man hat also wie das Was, so auch das Wie der Krankheiten erst in einzelnen klar vorliegenden Fällen zu ergründen, bevor man das Wie der Krankheit als Abstractum aufklären kann.

Die andere ätiologische Methode bestand wie bemerkt darin, daß alle die einzelnen Verhältnisse, unter deren Einfluß die Menschen sich befinden, zur Erklärung des Erkrankens derselben benutzt wurden. Diese Methode müßte unfehlbar zu genauen Resultaten führen, sofern sie auf bestimmte, richtig erkannte Arten des Erkrankens angewendet würde. Da aber, wie wir gesehen haben, nicht nur eine positive Kenntniß der Krankheitsarten erst spät und fragmentarisch sich ausbildete, sondern auch die Grundsätze, nach denen dieselben construirt wurden, der wissenschaftlichen Consequenz entbehrten, so bewegte sich auch hier die Untersuchung auf unsicherem Boden. Theils mühte man sich ab, zu übereilten allgemeinen Ergebnissen zu gelangen, ohne sich zuvörderst ganz bestimmte specielle Fragen zur Beantwortung zu stellen (wie z. B. die zahllosen barometrischen, thermometrischen und Witterungsbeobachtungen zeigen), theils verlor man sich in ein triviales Detail. Man darf es wohl aussprechen: die Aetiologie bestand zuletzt in einem unfruchtbaren und gedankenlosen Aufzählen wirklicher und eingebildeter Schädlichkeiten, welche man ohne Folge und Nothwendigkeit immer und immer wieder auf einander reihte. Erst spät wandte man sich zum Experimente, zu welchem die mechanischen Verletzungen, die Toxikologie und das Studium der ansteckenden Krankheiten lange schon die bestimmtesten Anleitungen gegeben hatten, die leider beim hartnäckigen Verfolgen der bezeichneten falschen Richtungen größtentheils übersehen worden waren.

Die Frage endlich, was es im Körper selbst sei, dessen Störung die Krankheit ausmache, führte zu verschiedenen Antworten, durch die man den Krankheitsbegriff zu begründen hoffte. Man sah zwar sehr bald ein, daß hier ebenfalls eine zu allgemeine Haltung des Entscheides den Gegenstand der Erkenntniß nicht viel näher brachte, und es konnten sich die Be-

zeichnungen der Krankheit als Beeinträchtigung des Pneuma, als feindliche Eingriffe in die mystische Idee eines Archäus, als Störungen des Lebens niemals recht fruchtbringend erweisen; allein etwas Wahres lag denselben immer zum Grunde, die Ahnung nämlich, daß es sich bei den Krankheiten um eine Beeinträchtigung des Gesammtorganismus handele. Wenn daher auch späterhin nur hier und da der rohere alte Begriff des Kampfes zweier selbstständiger Wesen, und selbst dann wohl einzig in Form eines Gleichnisses, wieder aufgenommen wurde, so findet doch jene Ahnung der Wahrheit bis in die neuesten Zeiten einen mehr oder minder bewußten wissenschaftlichen Ausdruck. Abweichung vom Typus, vom typischen Lebensprozesse sind Bezeichnungen des Wesens der Krankheit, welche wir ganz dieser Kategorie beizählen müssen.

Jedenfalls ist nicht zu verkennen, daß es bisher noch nicht gelungen ist, theoretische Sätze von der Allgemeinheit der eben angeführten auf eine fruchtbare Art für die Einzelforschung oder gar für die Praxis selbst in Anwendung zu bringen. Ganz anders verhält es sich mit den Versuchen, bald die dynamischen Verhältnisse, bald die einzelnen Theile und Organe, bald die Säftemasse als die ursprünglichen Ausgangspunkte der Erkrankung zu bezeichnen. Die meisten pathologischen Systeme sind auf dergleichen Versuche begründet, die Therapie knüpft sich mit mehr oder minder Erfolg an dieselben. Wir haben sie daher vorzugsweise einer Prüfung zu unterwerfen. Bei einer solchen Prüfung dürfen wir füglich von einem weiten Zurückgehen in die Geschichte absehen, und uns vorzüglich nur an die neueren Zeiten halten, da in der That die verschiedenen dynamischen, solidar- und humoralpathologischen Systeme, welche im Laufe der Jahrhunderte mit einander abgewechselt haben, so sehr von dem jedesmaligen Stande der Naturwissenschaft abhängig waren, daß sich ein Dynamist oder Humoralpathologe der Neuzeit mit Recht dagegen verwahren kann, mit seinen Vorgängern in eine Reihe gestellt zu werden. Wir müssen uns aber hier ebenfalls auf diejenigen Betrachtungen beschränken, die für unseren besonderen Zweck unumgänglich nothwendig sind. Wir haben keine Polemik zu machen, und es kommt uns nur darauf an, aus allgemeinen Verhältnissen die Art der geistigen Entwicklung, sowie aus einzelnen Beispielen den Ideengang, welcher zum theoretischen Ziele führte, nachzuweisen.

Sehr merkwürdig ist die regelmäßige Aufeinanderfolge, das wechselnde Sichablösen der genannten drei medicinischen Theorieen, welches, zwar in verschiedener Reihenfolge und unter verschiedenen Namen, von Alters her stattgefunden hat. Aus diesem Umstande und daraus, daß auch die Eklektiker fast sämmtlich nach Bedürfniß diese drei Anschauungsweisen in ihre Lehren aufnahmen, darf man wohl schließen, es seien in allen dreien so wesentliche Bedingungen der Wahrheit enthalten, daß der menschliche Geist keine derselben ganz aufgeben konnte, sondern immer wieder mit Nothwendigkeit auf sie zurückkommen mußte. In der letzten Zeit sind diese drei Richtungen so aufeinander gefolgt, daß die solidare in der Form der anatomischen Localpathologie den Dynamismus ablös'te, während sie wiederum einer vorherrschenden Humoralpathologie Platz gemacht hat. Es wäre von Wichtigkeit, alle die Ursachen zu kennen, welche den jedesmaligen Wechsel herbeigeführt haben. Im Allgemeinen kann man sagen, daß eine jede Richtung eine gewisse Periode hindurch nach der entsprechenden Stellung der Medicin zu ihren Hülfswissenschaften bis zur möglichsten Vollendung

ausgebildet wurde; dann aber, als sie keiner weiteren Vervollkommnung fähig war, sich in ihrer Einseitigkeit abnützte und einer anderen den Platz überließ. Welche andere an die Reihe kommen sollte, scheint meistens davon abgehangen zu haben, was für ein Zweig des ärztlichen Wissens gerade die wichtigsten Fortschritte in Aussicht stellte. So ist es unfehlbar die pathologische Anatomie, deren frische Entwicklung die Veränderungen der festen Theile zum Hauptinhalte der Krankheitslehre machte, so ist es die überraschende Förderung der organischen Chemie, welche das gegenwärtige Uebergewicht der Humoralpathologie herbeiführte. Außer solchen allgemeinen Gründen sind es aber auch verschiedene specielle Momente, welche innerhalb des Gebietes der Pathologie selbst nicht unwesentlich zu jedem Umschwunge der Grundansichten beigetragen haben.

Es giebt gewisse Krankheiten, die sich ihrer ganzen Eigenthümlichkeit nach, vom Anfang unseres Wissens an und mit dem Fortschreiten desselben immer mehr einer einseitigen Auffassung durchaus nicht unterwerfen ließen, und von denen man wohl sagen kann, daß sie bei ihrer großen Wichtigkeit wiederholt zu Wendepunkten der medicinischen Theorieen wurden. Solche sind z. B. die acuten Exantheme und der Typhus. Der letztere, welcher nicht ohne Bedeutung schon öfters bei ähnlichen principiellen Erörterungen als Beispiel gebraucht worden ist, möge auch hier dazu dienen. Während der Herrschaft der dynamischen Pathologie wurde er als ein Fieber angesehen und die hervorstechendsten Fälle desselben gehörten mit in die Kategorie des Nervenfiebers. In den Schriften der damaligen Nosologen wird fast aller Nachdruck auf die nervösen und die febrilen Symptome gelegt, und die hauptsächlichsten ätiologischen Momente werden unmittelbar zu dem Nervensystem in Beziehung gesetzt. Allein schon damals erkannten die Praktiker recht wohl, daß hiermit nicht Alles abgethan sei, und, wie bei anderen Krankheiten, unterschied man auch beim Nervenfieber, je nach der Gruppirung der Symptome, eine entzündliche Species, eine faulige u. s. f. Bald genügte manchen Pathologen die dynamische Auffassung dieser Krankheit gar nicht mehr, sie ahneten etwas Weiteres hinter derselben, und sehr Viele suchten mit Marcus eine Localkrankheit des Gehirns aus ihr zu machen. Da kam die pathologische Anatomie und wies nach, daß von einem sogenannten essentiellen Nervenfieber die Rede nicht sein könne, ja daß hier nicht einmal das Nervensystem, sondern die Darmdrüsen hervorstechend erkrankt seien. Wie früher das Fieber, so spielte bei den Anatomen die Entzündung die Hauptrolle, und bald war das Nervenfieber in ihrem Munde zur Dothienenteritis geworden. Indessen konnte es bei einer fortgesetzten und umsichtigen Forschung den anatomischen Pathologen nicht entgehen, wie sehr sich diese Entzündung von den meisten übrigen unterscheidet; es war unmöglich, den gesammten Krankheitsprozeß im vorliegenden Falle mit dem Begriffe einer localen anatomischen Läsion für erschöpft zu halten. Die Beschaffenheit des ganzen Körpers, gewisse anomale Erscheinungen in verschiedenen Fällen u. s. w. deuteten auf ein Allgemeinleiden; man fand das Blut in einem eigenthümlichen Zustande, und zögerte weiter nicht, das Ganze unter dem in dieser Beziehung indifferenten Namen Typhus als Blutkrankheit zu bezeichnen. Indem nun in der nämlichen Zeit auch bei anderen Krankheiten der gleiche Ideengang durch die anatomische Untersuchung und die Beachtung der Blutbeschaffenheit hervorgerufen wurde, indem zugleich die chemische Analyse Veränderungen der Blutmasse bei ähnlichen Kategorieen nachwies, konnte es nicht

fehlen, daß mit einem Male in der Säftemasse und zunächst im Blute der Grund der meisten Erkrankungen gefunden wurde. Es ist vorauszusehen, daß diese humorale Richtung noch von langer Dauer sein werde, denn es ist nicht nur in der Erkenntniß der Blutveränderungen, sondern auch in der pathologischen Chemie überhaupt nur hie und da der erste Grund gelegt. Die widersprechendsten Resultate treten wiederholt hervor und noch die allermeisten Arbeiten sind zu erwarten, bis wir zu einem gewissen Abschluß und Höhepunkte in dieser Richtung gelangt sein werden. Durch diese Arbeiten aber haben wir ein ganz neues Feld zu gewärtigen, eine chemische (außer einer symptomatischen und anatomischen) Geschichte der Krankheiten, welche sich nicht damit begnügen wird, den engen Gesichtspunkt einer Hämatopathologie zu umfassen, sondern eine exacte Darlegung der Mischungsverhältnisse zu liefern hat, welche im Organismus unter den Bedingungen der Erkrankung zu Stande kommen.

So wie es nun dem vorliegenden Zwecke durchaus nicht entsprechen würde, wenn wir uns verleiten ließen, an dem oben gewählten Beispiele bis in das Einzelne hinein eine Prüfung der humoralpathologischen Erklärung zu verfolgen, ebenso müssen wir auf eine ausführliche Beleuchtung der Theorieen der Dynamiker verzichten, obgleich die Versuchung dazu durch manche zu consequente Anwendung der Nervenphysik auf pathologische Zustände sehr nahe gelegt ist. — Man erkennt in allen diesen Bestrebungen, das Wesen der Krankheit auf die ursprünglichen Veränderungen bald der festen, bald der flüssigen Theile, bald der Kräfte des Organismus zurückzuführen, einen schon unter anderen Beziehungen nachgewiesenen Fehler, der eben darin zu bestehen scheint, daß man von einem einzigen Standpunkte aus mit einem Male die große Mannichfaltigkeit der Krankheiten erklären wollte, ohne noch überall in Bezug auf die Entstehung der einzelnen Erscheinungen sichere Resultate gewonnen zu haben. — Es wäre indessen ungerecht, zu übersehen, daß die Pathologen von jeher und vorzüglich in der neuesten Zeit nur ausnahmsweise bei einer so einseitigen Auffassung des Wesens der Krankheit stehen geblieben sind. In den meisten Schriften der Systematiker läßt sich der Gedanke erkennen, es seien die Nerven, das Blut, diese oder jene Organe nur die Punkte (atria morborum), von denen aus, oder durch deren Vermittelung, das freilich unbekannte und unberücksichtigt gelassene Etwas, das eigentliche Agens der Krankheit, im Organismus zur Erscheinung gelange. So unfruchtbar es nun ist, von einem idealen und zu allgemeinen Standpunkte aus dieses unbekannte Etwas demonstriren zu wollen, so beschränkt es ist, eine einseitige Abfertigung dieses Agens für genügend zu halten, so fruchtbar muß nothwendig für unsere Wissenschaft und Kunst die Auffindung eines zuverlässigen Weges zur Lösung unserer Hauptaufgabe der richtigen Begründung des Objectes der Krankheitslehre sein. Haben wir also bisher die negative Seite einer solchen Unternehmung flüchtig gemustert, um zu erfahren, welche Abwege zu vermeiden sind, so ist es nun nothwendig, uns der positiven Seite zuzuwenden. Die Richtigkeit oder doch die Nützlichkeit unserer theoretischen Resultate werden wir dann erkennen, wenn sie nach keiner Seite hin die geistige Thätigkeit abschließen, und wenn sie der Einzelforschung neue Bahnen andeuten, auf welchen sich die gewonnenen Thatsachen für voll verwerthen lassen.

Wir haben aus der bisherigen Darstellung gesehen, daß die Art, sowohl wie man die Objecte der Pathologie, die einzelnen Krankheiten, zu

bestimmen, als auch wie man ihre Entstehung zu ergründen suchte, uns nicht genügen konnte. Gleichwohl ist es durchaus nothwendig, erst die Objecte einer Wissenschaft mit Sicherheit festzustellen, bevor man sich zu einem allgemeinen Begriffe derselben erheben kann. Es ist aber mit einer genauen Kenntniß des Inbegriffes aller einzelnen Gegenstände einer Wissenschaft diese selbst abgeschlossen, und die Forschung an ihrem Ziele. Wie weit wir in der Pathologie davon entfernt sind, wie sehr wir gerade in derselben noch der unbeschränktesten Einzelforschung bedürfen, darüber ist alle Welt einig. Je weniger also die Pathologen über die Objecte ihrer Forschung im Klaren sind, mit desto mehr Sorgfalt haben wir unsere Auswahl eines zuverlässigen Materials zu treffen. Für unseren Zweck müssen wir uns damit begnügen, wenigstens einige Krankheiten aufzufinden, welche wir mit Ueberzeugung als zusammenhängende Einheiten anerkennen dürfen. Jedenfalls haben wir den früher gerügten Fehler zu vermeiden, alle jene Krankheitsnamen, welche uns die Tradition überlieferte, als gleichberechtigt und fähig anzusehen, um für unsere Zwecke verwendet zu werden. Nicht eher ist eine Krankheit für die Begriffsbestimmung zu benutzen, als bis wir sie von ihrem Ursprung bis zu ihrem Ende als ein zusammenhängendes Ganzes kennen gelernt haben, oder doch wenigstens aus einzelnen bekannten Theilen derselben auf ihre Berechtigung, ein Ganzes zu sein, schließen können. Eben so nothwendig ist es, daß wir die wesentliche Ursache der zu benutzenden Krankheiten kennen und uns nicht mit einer leichtfertigen Aetiologie begnügen. Nur von Bekanntem kann man auf Unbekanntes schließen. — Eine große Verwirrung ist es auch, Theile eines Ganzen für das Ganze selbst zu halten, eine Verirrung, der wir nicht entgehen könnten, wenn wir aus so unvollständigem Material, aus allem Möglichen, was die Aerzte als Krankheit zu behandeln haben, einen systematischen Bau errichten wollten. Ein solches Unternehmen muß fernbleiben, so lange wir noch so wenige Krankheiten als zusammenhängende Ganze kennen, und wir dürfen durchaus nicht, wie früher meistens geschehen, eine Begriffsbestimmung zu dem Zwecke construiren, um aus derselben ein abgeschlossenes System hervorgehen zu lassen. Nichtsdestoweniger muß eine Begriffsbestimmung der Krankheit auch von der Art sein, daß sie die Möglichkeit einer künftigen systematischen Anordnung der Krankheiten nicht ausschließt.

Da nun zunächst Alles darauf ankommt, die rechten Einheiten zu finden, so ist die Grundfrage: welche Krankheiten kennen wir so, daß wir sie als ein zusammenhängendes Ganzes von ihrem Ursprunge bis zum Ende zu erfassen vermögen?

In der Physik lernt man die Eigenschaften der Körper im Zusammenhange dadurch kennen, daß man die Körper nach einem bewußten Plane in Verhältnisse versetzt, unter denen die zu untersuchenden Eigenschaften zur sinnlichen Anschauung kommen. So wurden selbst vorher räthselhafte und mystisch aufgefaßte Vorgänge, wie z. B. die Elektricität, erst dann der physikalischen Erkenntniß zugänglich, als es gelang, dieselben willkürlich hervorzubringen. Mit einem Worte, durch das Experiment wird in der Physik der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung gefunden. Die Pathologie kann sich aus bekannten Gründen in gleich ausgedehnter Weise des Experimentes allerdings nicht bedienen, sie muß sich vielmehr in den meisten Fällen noch immer mit der Analogie behelfen. Gleichwohl giebt es einige Krankheiten, deren Entstehung und weiterer

Zusammenhang theils durch absichtliche Versuche nachweisbar ist, theils schon aus ihrem unabhängigen Auftreten zur Genüge erhellt. Welche sind aber die Krankheiten, die man absichtlich hervorrufen kann? Offenbar nur diejenigen, deren wesentliche Ursachen man kennt und in Wirksamkeit zu setzen vermag. Zu ihnen gehört beinahe die ganze zahlreiche Klasse der durch rein mechanische Einwirkungen entstandenen, ein großer Theil der durch die Aufnahme chemisch wirkender Stoffe im Körper hervorgerufenen und einige der durch Contagien erzeugten Krankheiten. Obgleich wir nun auch bei diesen noch weit entfernt sind, alle Verhältnisse ihres Entstehens und ihrer einzelnen Vorgänge erfaßt zu haben, obgleich wir von fast allen Contagien nur die Träger (syphilitischen, variolösen Eiter), nicht aber die eigentlich wirksame Substanz kennen, so ist es doch klar, daß wir bei allen diesen Krankheiten einen bestimmten Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkungen nachzuweisen im Stande sind. Dieser Zusammenhang einer einigen Ursache mit unter bestimmten Verhältnissen entstehenden Folgen giebt uns nun eine unläugbare Einheit des ganzen Prozesses, eine Krankheitseinheit.

Wenn wir uns unter der großen Anzahl der einzelnen Krankheiten weiter umsehen, so finden wir alsbald noch andere, die wir zwar nicht willkürlich hervorzurufen vermögen, aber nach der Art ihres Entstehens als wirkliche Einheiten anerkennen müssen, wenn wir auch mit ihrer unbekannten wesentlichen Ursache nicht experimentiren können. Solche sind wohl die meisten der sogenannten miasmatischen Krankheiten und namentlich das Wechselfieber. Andere, bei denen die Bedingungen und die Art ihres Entstehens noch nicht einmal bekannt sind, dürfen wir wegen ihres eigenthümlichen Verlaufes, wegen der regelmäßigen Folge ihrer Erscheinungen als Einheiten ansehen, so Typhus, Dysenterie, Tuberkulose u. dergl. Bei diesen letzteren sind es eben nicht durch den absichtlich oder zufällig stattgehabten Versuch gelieferte Beweise, welche uns zu dem erwähnten Schlusse berechtigen, sondern nur Gründe der Wahrscheinlichkeit, daher es eine bloße vorläufige Annahme ist, sie als Einheiten zu betrachten. Soll mit Zuverlässigkeit verfahren werden, so darf man sich dieser wahrscheinlichen Einheiten nicht eher zu weiteren Folgerungen bedienen, als bis sie wirklich festgestellt sind; denn eben daraus erwuchs die große Unsicherheit in der Pathologie, daß man der Vermuthung voreilig den Werth der Gewißheit beilegte und darauf einen wissenschaftlichen Erwerb begründen wollte. — Die Mehrzahl der in der gewöhnlichen Praxis vorkommenden Krankheitsfälle gehört nun allerdings nicht zu denjenigen, die wir schon jetzt als wirkliche Einheiten ansehen dürfen. Können wir z. B. unter den als einzelne Krankheitsspecies bezeichneten Nervenkrankheiten eine einzige auf eine bestimmte wesentliche Ursache zurückführen, sind es nicht die verschiedensten Umstände, welche die Paroxysmen der Epilepsie, die Hyperästhesieen, die Paralysen erzeugen? Wer sich mit pathologischen Experimenten abgegeben hat, wird wissen, daß es nicht gelingt, eine croupöse Pneumonie künstlich zu Stande zu bringen, höchstens vermag man etwas offenbar Verschiedenes, eine durch mechanische oder chemische Einwirkung erzeugte Entzündung der Lungensubstanz hervorzurufen. Ueberall glaubt man zu wissen, daß Katarrhe und Rheumatismen durch Erkältung entstehen, aber auf alle Fälle ist es eine große Beruhigung für uns, daß die uns bekannten fast täglich stattfindenden Bedingungen solcher Verkältung, für sich allein genommen, nicht die Wirkung zu haben scheinen, katarrhalische und rheu-

matische Erkrankungen zu erzeugen. — Wollen wir daher einen sicheren Boden der Untersuchung nicht verlassen, so müssen wir uns für unseren Zweck allein jener zuerst bezeichneten wirklichen Einheiten bedienen, bei denen, wie gesagt, eine zusammenhängende Reihe von Vorgängen auf die Einwirkung einer einigen Ursache zurückgeführt werden kann.

Da es nun sehr viele Krankheiten giebt, von denen wir nur einzelne Erscheinungen kennen, während die ganze Kette derselben in ihrem Zusammenhange uns verborgen bleibt, so hat von Alters her die irrige Ansicht bestanden, diese einzelnen Erscheinungen stellten die ganze Krankheit dar. Man zögerte nicht, denselben in der Nosologie einen gleichen Rang mit wirklichen Einheiten zu geben und so eine Verwirrung anzurichten, welche zu allen möglichen Mißverständnissen einer unreifen Systemsucht führen mußte. Die Eklektiker halfen sich, indem sie aus dem Chaos herausnahmen, was ihnen brauchbar schien; diejenigen Nosologen aber, welche ein tieferes wissenschaftliches Bedürfniß fühlten, versuchten nach Umsturz des alten immer ein.n neuen Bau, bei welchem es wiederum an falschen Einheiten nicht fehlen konnte, weil sichere Kriterien des einheitlichen Krankheitsprozesses vorher nicht aufgestellt worden waren. Es ist daher eine Hauptaufgabe, die Wissenschaft von den eingebildeten Werthen zu befreien, ohne daß sie darüber die wirklichen einzubüßen braucht. Aus diesem Grunde mussen wir nicht nur die oben erwähnten zweifelhaften Krankheitseinheiten einstweilen auf sich beruhen lassen, sondern auch namentlich den schädlichen Irrthum verbannen, durch welchen einzelne Erscheinungen, losgerissene Fragmente von Krankheiten für das wirkliche Ganze gehalten wurden. Dem Fieber ist in dieser Beziehung bereits sein Recht geschehen, sodaß man sich zum leichteren Verständniß auf dieses Beispiel berufen kann. Die Blutflüsse, die Schwindsuchten und Wassersuchten hat man mehr oder weniger in der Stille fallen lassen, und so manche andere Einzelvorgänge aus dem Ganzen der Krankheitsprozesse werden auf dieselbe Weise verschwinden, sobald man sich überall wegen des Principes verständigt haben wird. Dieses läßt sich am besten an einer sehr einflußreichen falschen Einheit, an dem häufigsten Bestandtheil der Krankheitsprozesse, an der Entzündung nachweisen.

Die Krankheitsfälle, welche man gewöhnlich mit dem allgemeinen Namen der Entzündungen bezeichnet, spielten ihres ganzen Verhaltens wegen von jeher eine Hauptrolle in der medicinischen Praxis, sodaß man sie in den meisten Nosologieen als eine der vornehmsten Krankheitsklassen aufgeführt findet. Man versetzte gewöhnlich in diese Klasse alle die Erkrankungen, bei denen die entzündlichen Vorgänge in einzelnen Organen das Einzige waren, was man von dem ganzen Krankheitsprozesse kannte. Alle ubrigen Erscheinungen wurden der Entzündung untergeordnet, so das Fieber als ein symptomatisches, wie man es nannte. Ganz charakteristisch in dieser Beziehung war es, daß Andral, als er fand, daß bei den meisten Localentzündungen eine Vermehrung des Faserstoffgehaltes im Blute vorhanden sei, diesen Umstand eben als eine Eigenschaft der Entzündung ansah und alle die Fälle, wo diese Faserstoffvermehrung fehlte, von den Phlegmasieen unterschieden wissen wollte. Seitdem aber die mechanischen und morphologischen Verhältnisse der Entzündungserscheinungen mit größerer Genauigkeit untersucht worden sind, läßt es sich nicht leugnen, daß dieselben bei den allermeisten Krankheitsprozessen das Hauptmoment der anatomischen Veränderungen ausmachen, und zwar bei Krankheiten, welche von den Nosologen

der von ihnen aufgestellten Klasse der Entzündungen nicht beigezählt werden, und welche sich jeder Praktiker mit Recht scheut als einfache Phlogosen anzusehen und zu behandeln. Es sei hier nur das Beispiel der Variola angeführt. Kann man bei dieser die Hautentzündung, neben der Blutveränderung, dem Fieber u. s. w., nur als einen Theil der durch das Pockencontagium hervorgerufenen Vorgänge anerkennen, so ist es gewiß kein Grund, bei der Pneumonie die Entzündung der Lungensubstanz für die ganze Krankheit deßwegen zu erklären, weil man den Zusammenhang derselben und ihrer anderweitigen als untergeordnet angesehenen Erscheinungen mit der gemeinschaftlichen wesentlichen Ursache nicht kennt. Am consequentesten waren Diejenigen, welche Pocken, Typhus u. s. w. neben die Pneumonie als Hautentzündung, Darmentzündung stellten. — Daß die Entzündungserscheinungen als solche nicht das Bestimmende, das Wesentliche sind, läßt sich schon aus den Experimenten schließen, welche täglich zu therapeutischen Zwecken mit verschiedenen Agentien angestellt werden. Alle Derivantien machen, auf die Haut applicirt, Hautentzündung, aber wie verschieden ist der Modus derselben, je nachdem spanische Fliegen, Krotonöl u. s. w. angewandt wurden! Sehen wir nicht sogar bei der Autenrieth'schen Salbe eine ganz besondere Beziehung zu einer bestimmten Hautstelle obwalten! — So gut wir aber schon längst wissen, daß diese Form der Hautentzündung durch das Contagium der Variola, jene durch das des Scharlach u. s. w. hervorgebracht wird, ebenso hat die pathologische Anatomie in der neuesten Zeit gelehrt, daß es ganz differente Arten der Pneumonie giebt, deren anatomisches Verhalten in seiner Art gerade so verschieden ist, als das der Exantheme. Wollte man auch diese Verschiedenheit der Pneumonieen einzig aus den Abweichungen der Blutbeschaffenheit erklären und auf diese Weise die Entzündung als wesentliche Einheit aufrecht erhalten, so hat dieses Verfahren, abgesehen von aller etwaigen speciellen Widerlegung, so lange noch keine Gültigkeit, als bis das Experiment durch absichtliche Erzeugung der einzelnen Arten der Pneumonie jene Blutveränderungen als wirkliche Ursachen nachgewiesen hat. Denn so lange wir noch wahrnehmen, daß bei der gleichen Blutbeschaffenheit die verschiedensten Krankheitsprozesse, und bei demselben Krankheitsprozesse von einander abweichende Mischungsverhältnisse des Blutes stattfinden, müssen wir uns fragen, inwiefern nicht etwa, wie bei jenen Exanthemen, jedes Mal durch ein verschiedenes Agens eine gewisse Form der Pneumonie und eine gewisse Art der Blutmischung z u g l e i c h hervorgerufen worden sei. — Schon längst hat man die Schwierigkeiten gefühlt, welche in einer gleichberechtigten nosologischen Stellung der Entzündung neben wirklichen Krankheitseinheiten wie Variola u. a. liegen, und sich durch künstliche Unterscheidungen zu helfen gesucht. So entstanden die Bezeichnungen reine und specifische Entzündung, aus demselben Bedürfniß, nach welchem früher essentielle und symptomatische Fieber unterschieden wurden. Specifisch nannte man diejenigen Entzündungen, welche durch Contagien, Gifte u. dergl., jedenfalls durch eine specifische Ursache erregt wurden, rein dagegen diejenigen, für welche man eine solche Ursache nicht nachweisen konnte. Namentlich rechnete man zu letzteren die traumatischen Entzündungen. Es hätte nahe gelegen, solche unwissenschaftliche Ausdrücke zu vermeiden und zu erkennen, daß es eben so specifisch ist, wenn ein Körper, der nur durch eine einzige Eigenschaft, z. B. die Schwere, wirksam wird, eine einfachere Reihe von Erscheinungen hervorruft, als wenn ein Körper

mit einer Menge wirksamer Eigenschaften eine entsprechende complicirte Wirksamkeit zeigt. In diesem Sinne steht die traumatische Entzündung ganz in dem nämlichen Verhältnisse als die variolöse, erysipelatöse, katarrhalische u. dergl. mehr, d. h. die Reihenfolge und der Modus ihrer Erscheinungen ist in nothwendiger Abhängigkeit von der Beschaffenheit der erregenden Ursache. — Aus diesen Bemerkungen dürfte zur Genüge hervorgehen, warum »die Entzündung« nicht als eine Einheit angesehen werden kann, sondern als ein Theil der verschiedenartigsten Einheiten, ein Vorgang, welcher durch mancherlei Ursachen entstehend, aller Orten zunächst durch die Vermittelung des Gefäßsystemes erzeugt werden kann, gerade wie Krampf, Lähmung u. dergl. als einzelne Theile der mannichfaltigsten Kranheitsprozesse durch Vermittelung des Nervensystemes zu Stande kommen.

Wenn wir für unseren speciellen theoretischen Zweck so Vieles einstweilen bei Seite liegen lassen müssen, was die Forschung noch nicht auf befriedigende Weise brauchbar gemacht hat, so ist in der Praxis allerdings die Nothwendigkeit vorhanden, mit allen Erkrankungen, wie wir sie gerade kennen, zu verfahren. Sowie man Schifffahrt treiben mußte, bevor der Schiffbau, die Navigation u. s. f. wissenschaftlich begründet waren, so sollen wir Kranke aller Art pflegen und behandeln, selbst wenn wir dem concreten Fall nicht die Bedeutung eines wissenschaftlichen Werthes geben konnen. Der praktischen Forderung muß demnach ein Jeder nach seiner Ueberzeugung Rechnung tragen. Die Wissenschaft begnügt sich aber nicht mit dem, was nur mit Wahrscheinlichkeit bekannt ist, sondern sie verlangt einen gesicherten Boden und wird, wenn sie dazu die rechten Materialien wählt, auch der Praxis die reichlichsten Vortheile gewähren können.

Nachdem wir nun kennen gelernt haben, welche die wahren Objecte der Pathologie sind, wird es schon leichter werden, den allgemeinen Begriff derselben aufzustellen. Die Krankheit ist demnach kein selbstständiges, außerhalb des Organismus stehendes Wesen, kein Individuum, gleich den Objecten der Naturgeschichte, sondern sie besteht aus einer Reihe von Erscheinungen an und im Gesammt-Organismus. Sie ist nur deshalb eine zusammenhängende Einheit, weil ihre einzelnen Erscheinungen von einer bestimmten einigen Ursache herrühren, welche unter gegebenen Verhältnissen immer dieselben bestimmten Wirkungen hervorbringt. Demnach ist die Krankheit in Bezug auf die krankmachende Schädlichkeit eine Summe von Vorgängen, welche durch jene in bestimmter Reihenfolge hervorgerufen werden, — in Bezug auf den erkrankten Körper eine Summe von Erscheinungen, welche auf eine bestimmte Weise einer bestimmten Ursache entsprechen. Durch diese Darlegung des Krankheitsbegriffes ist der Pathologie auf das Entschiedenste ihre Stelle als ein Theil der Physiologie angewiesen, und es ist vom wissenschaftlichen Standpunkte aus unmöglich, sie der letzteren gegenüber zu stellen, sowie es unmöglich war, den Gegensatz von Gesundheit und Krankheit wissenschaftlich durchzuführen. Von Anderen, vor Allen von Lotze und Henle, ist schon zur Genüge darauf aufmerksam gemacht worden, wie wenig ein bestimmter Begriff an die Bezeichnungen normal und abnorm, gesund und krank zu knüpfen sei, wie sehr dieselben von Convention, Gewohnheit und Sprachgebrauch abhängen[1]), so daß

---

[1]) Um so mehr ist es zu verwundern, daß Henle selbst von den mehr sinnbildlichen Ausdrücken, Typus, typische Kraft, einen Gebrauch macht, der sich in

wir darauf nicht weiter zurückzukommen brauchen. Gleichwohl ist es nothwendig, den Unterschied zu suchen, durch welchen die Summe von Erscheinungen, welche wir Krankheit nennen, sich von derjenigen unterscheidet, die, wie das Athmen, die Verdauung, das Sehen, Fühlen u. s. w., als Function bezeichnet wird. Dieser Unterschied ist zufolge des bisher Erörterten ein sehr feiner, relativer und läßt sich etwa in Folgendem deutlich machen. Jeder Organismus ist auf eine Weise zusammengesetzt, daß die Eigenschaften seiner einzelnen Theile zum Zwecke des Ganzen zusammenwirken, und daß die volle Entwicklung der Kräfte dieses von einer gegebenen Anordnung der Materie abhängig ist. Der Organismus ist aber zunächst sich selbst Zweck, und es bedarf einer bestimmten Wechselwirkung der Materie im Organismus mit der Materie außerhalb desselben, wenn Erscheinungen in allen Theilen des Ganzen auftreten sollen, die zum Zwecke des letzteren zusammenwirken. Die Ursachen der Krankheit dagegen rufen Erscheinungen im Organismus hervor, welche an sich keine Bedingungen zur Erfüllung seiner Zwecke sind. Indirect, unter dem Einflusse der einmal neben der Einwirkung der krankmachenden Ursache bestehenden Thätigkeitsäußerungen des Organismus, lassen sich sehr viele Krankheitserscheinungen als zweckmäßig ansehen, wie z. B. die Entzündung und ihre Folgen bei Knochenbrüchen; allein dehnt man einmal den Begriff der Zweckmäßigkeit weiter aus und macht ihn dann zur leitenden Idee, so führt dies zur einseitigsten Teleologie und zur Annahme einer selbstständigen Naturheilkraft, welche sich nach der Ansicht der Alten eben im Fieber und in der Entzündung äußern sollte.

Die functionellen wie die krankhaften Erscheinungen sind, wie bereits bemerkt, durch die gleichen Naturgesetze im Allgemeinen und in Bezug auf den gegebenen Organismus bedingt. Daher wird eine bestimmte Krankheitsursache unter denselben Verhältnissen immer die nämlichen Krankheitserscheinungen erzeugen, und ebenso werden verschiedene Organismen, je nach den Gesetzen ihrer Bildung, verschiedene Einwirkungen von der nämlichen Ursache erfahren. Zahlreiche Beispiele bekräftigen diesen wichtigen Satz. So sehen wir manche Stoffe auf einige Thiere giftige Wirkung äußern, während sie bei anderen durchaus unschädlich bleiben. So wirkt das nämliche Contagium bei Thieren verschiedener Gattung gänzlich ver-

---

solcher Ausdehnung nicht billigen läßt. Henle definirt die Krankheit als eine »Abweichung von dem normalen, typischen, d. h. gesunden Lebensprozesse.« Verläuft demnach der Lebensprozeß typisch, d. h. gehen die Vorgänge in einem Organismus nach dem für ihn bestehenden Naturgesetze vor sich, so ist Gesundheit, weichen sie von diesem Naturgesetze ab, so ist Krankheit vorhanden. Abweichung von einem Naturgesetz ist aber durchaus etwas Unmögliches, denn der Organismus muß sich unter allen Umständen nach dem Naturgesetze richten, es mag auf ihn einwirken was da wolle. In der weiteren Verfolgung der Idee vom Typus in Bezug auf Gesundheit und Krankheit kommt nun Henle auf den Begriff einer typischen Kraft und auf das Bild des Streites der typischen Kraft in einem Organismus mit anderen fremdartigen Kräften außerhalb. Allerdings wird endlich der Gegenstand wieder unter den richtigen Gesichtspunkt gebracht, indem Henle weiter unten das Wesen der Krankheit als Aeußerung der typischen Kraft unter ungewöhnlichen Bedingungen definirt. Die obige Definition wird dadurch wieder beseitigt und derselben überhaupt im weiteren Verlaufe der rationellen Pathologie keine Folge gegeben. Immer aber wird die »typische Kraft« wie eine verbesserte Auflage der Lebenskraft aussehen und der Ausdruck »ungewöhnliche Bedingungen« auf Gewohnheits- und Convenienz-Verhältnisse deuten.

schieden, so pflegen gewisse Contagien, z. B. das syphilitische, beim Menschen unter den nöthigen Bedingungen constant die bekannten Folgen zu erzeugen, während diese bei Thieren, selbst den höchst organisirten, nicht zu Stande kommen; daß sogar mechanische und chemische Schädlichkeiten derselben Art bei Thieren verschiedener Klassen nicht genau dieselben materiellen Veränderungen nach sich ziehen, ist aus den Experimenten über Entzündung so ziemlich bekannt. Ganz hierher gehört ferner das Vorkommen der Epizoen und Entozoen, von denen nur äußerst wenige bei mehreren Thiergattungen zugleich die Bedingungen ihrer vollkommenen Entwickelung vorfinden. Diese Verhältnisse sind nun nothwendig maaßgebend bei pathologischen und namentlich bei toxikologischen Versuchen.

Wie die einzelnen Gattungen und Arten der Organismen überhaupt und der Thiere insbesondere, in Hinsicht auf die Einwirkung krankmachender Momente, ihre specifischen Verschiedenheiten zeigen, ebenso die Varietäten derselben Species: wenigstens scheint dies aus den Beobachtungen der Aerzte bei den verschiedenen Menschenracen hervorzugehen. Selbst bei den einzelnen Individuen weichen die Bedingungen des Erkrankens sehr von einander ab. Obgleich diese individuellen Modificationen der Krankheiten auf den ersten Blick eine Regellosigkeit anzudeuten scheinen, welche dem oben behaupteten gesetzmäßigen Verhalten widerspräche, so können wir doch bei einem aufmerksameren Hinblick auch hierbei erkennen, daß, sowie die gröberen Organisations-Verschiedenheiten, welche die Gattungen charakterisiren, das Verhältniß zwischen Krankheitsursache und Krankheitsprozeß eigenthümlich gestalten, ebenso auch die besondere Anordnung der Materie, wie sie die Lebensbedingungen einzelner Individuen mit sich bringen, ein charakteristisches Verhalten gegen die Einwirkung krankmachender Schädlichkeiten zur Folge haben muß. Von den verschiedenen Geschlechtern, von den Altersperioden ist dies mehr oder minder nachgewiesen, und wir dürfen demnach erwarten, daß sich gleichfalls werden materielle Unterschiede auffinden lassen, welche durch die Jahreszeiten, die Klimate und selbst durch verschiedene Beschäftigungsarten zu Stande kommen. Andeutungen hierzu besitzen wir bereits. Nicht weniger müssen wir die erblichen Dispositionen einzelner Individuen für manche Erkrankungen von gewissen noch unergründeten Eigenthümlichkeiten ihrer Organisation ableiten. Sehen wir endlich, daß bei den meisten Individuen auf längere oder kurzere Zeit oder auf Zeitlebens die Empfänglichkeit für manche Contagien aufhört, sobald diese einmal die entsprechenden Krankheitsvorgänge hervorgerufen hatten, so bleibt auch hier kaum etwas Anderes übrig, als die Annahme noch unerforschter tiefgreifender Umänderungen der Materie, welche durch die erwähnten Krankheiten bewirkt wurden, und die Bedingungen zu den gleichen Krankheitserscheinungen aufgehoben haben. Gerade so sehen wir, daß die Gegenwart einiger Krankheitsprozesse das Wirksamwerden bestimmter Krankheitsmomente ausschließt, — ein tiefer Blick in wichtige pathologische Verhältnisse, den wir Rokitansky verdanken. Wir finden demnach bis in das Einzelne hinein keinen Grund, an einer gesetzmäßigen Relation bestimmter Ursachen zu bestimmten Wirkungen zu zweifeln[1]), welche jedem Organismus nach seiner Eigenthümlichkeit (Typus)

[1]) Daß hier noch ein reiches Feld der Beobachtung kaum berührt daliegt, begreift sich leicht, ebenso die großen Schwierigkeiten, die hier obwalten und gar manches Dunkel unterhalten. Die Gesetze für Vieles, was wir jetzt Zufall nen-

vorgezeichnet ist. Jede Krankheitsursache bringt im Menschen eine Reihe von Erscheinungen hervor, welche den Gesetzen der menschlichen Organisation entspricht, die individuellen Modificationen dieser Erscheinungen beruhen auf individuellen Verschiedenheiten der Organisation.

Diese in der angegebenen Weise specifische Wirkung der eigentlichen Krankheitsursachen bei gleichen Bedingungen bestätigt sich in allen Krankheiten, bei denen wir den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung zu erkennen vermögen. Je einfacher die Momente sind, welche eine Erkrankung hervorrufen, um so leichter erkennbar treten die nothwendigen Folgen auf. So z. B. bei den meisten mechanischen Verletzungen, wo die Schwerkraft unter bekannten Bedingungen wirksam war; so bei den chemischen Läsionen, wo Stoffe von bekannter Reaction mit den Geweben des Organismus in Berührung kamen. Wenn hingegen Einwirkungen den Körper treffen, deren Gesetze wir nicht kennen, ist es wiederum das beständige oder nahezu beständige Auftreten gewisser Erscheinungen, welches eine gesetzmäßige Wirkung erschließen läßt. Dies zeigt sich bei den Contagien. Der Pockeneiter wird unter den gleichen Verhältnissen stets die gleiche Form von Hautentzündung hervorbringen. Eiter von primär syphilitischen Geschwüren erzeugt, wenn er auf eine von Epidermis entblößte Hautfläche gelangt, regelmäßig einen Chanker, und geräth das syphilitische Contagium in die Säftemasse, so erfolgen bei einzelnen Individuen zwar verschiedene, aber im Allgemeinen bestimmte secundäre Wirkungen. Bei gewissen Stoffen, von denen wir eine sogleich sichtbare Wirkung nicht kennen, und deßhalb annehmen, daß sie erst innerhalb der Säftemasse des thierischen Körpers chemische Veränderungen hervorbringen, zeigt sich das specifische Verhältniß in ihrer Beziehung zu einzelnen Organen. Dies bestätigt sich durch die Studien der Neuzeit über das Verhalten der Metalle, und ist in dem Beispiele des Quecksilbers vorzugsweise ersichtlich, welches unter gewissen Umständen beinahe constant eine Entzündung der Mundschleimhaut erzeugt. Stoffe, deren Wirkungsweise wahrscheinlich nicht zunächst eine chemische ist, verhalten sich gerade so; von der Digitalis z. B. kennt man schon lange die eigenthümliche Beziehung zum Herzen. Endlich entspricht die Localisation der Krankheitsprozesse, welche meistentheils eine in die Augen fallende Gesetzmäßigkeit zeigt, vollständig den eben angezogenen Fällen. — Diese Beispiele genügen, und es fragt sich nur noch, ob nicht ebenso bekannte Verhältnisse dem obigen Satze widersprechen. Hier ist zunächst die sogenannte Gewöhnung an gewisse Arzneistoffe, selbst an hohe Gaben von Giften zu erwähnen. Wenn man aber untersucht, bei welchen Stoffen erwiesener Maßen eine Gewöhnung stattfindet, so scheinen es solche zu sein, deren Wirkungsweise durchaus noch unbekannt, oder doch so complicirt ist, daß wir nur einen kleinen Theil der durch sie bedingten Veränderungen der Materie kennen, so die Narcotica. Bei solchem Stande der Kenntnisse kann aber natürlich von einer Entscheidung zu Gunsten der einen oder der anderen Theorie nicht die Rede sein. Von anderen Stoffen wissen wir, daß sie gewisse Veränderungen erzeugen, welche,

---

nen, sind noch zu finden. Ein auffallendes Beispiel zufälliger individueller Verschiedenheit bietet die so variable Disposition zur Seekrankheit, wo trotz der scheinbar einfachen Verhältnisse keine Erklärung möglich ist. Was man Convulsibilität genannt hat, Idiosynkrasieen u. dergl., dies Alles gilt uns fortwährend noch als Zufälligkeit.

so lange dieselben bestehen, bei nachfolgender Einwirkung desselben Stoffes eine andere Reihenfolge der Erscheinungen bedingen, was jedenfalls etwas Anderes ist als Gewöhnung. — Die Erfahrung, daß während des Verlaufes von Epidemieen ansteckender Krankheiten sehr viele Individuen, die sich scheinbar mit den Erkrankten unter gleichen Verhältnissen befinden, nicht angesteckt werden, kann ebenfalls das besprochene Princip nicht entkräften. Sehen wir doch zwischen zwei verschiedenen Körpern zuweilen eine chemische Wechselwirkung nur unter ganz besonderen Umständen (Erhitzung, Hinzukommen eines dritten Körpers u. s. w.) eintreten. Ansteckungen scheinen in zahlreichen Fällen erst unter dem begünstigenden Einflusse von Gemüthsbewegungen zu erfolgen, nachdem die betreffenden Personen vorher wiederholt erfolglos sich der Gefahr ausgesetzt hatten. Es kann jene Erfahrung mit der Zeit dahin führen, die Bedingungen näher zu erforschen, unter welchen die Contagien u. s. w. ihre Wirkung auf den menschlichen Körper ausüben, also das kennen zu lernen, was man von Alters her mit dem Namen der Prädispositionen bezeichnet hat. Eine Aussicht hierzu bietet der analoge Umstand der gegenseitigen Ausschließung und Combination der Krankheitsprozesse. — Wenn man auf eine verschiedene Wirkung derselben Krankheitsursache daraus schließen wollte, daß z. B. das Intermittens-Miasma Wechselfieber von verschiedenem Typus und in manchen Gegenden sogar meist anhaltende Fieber hervorbringt, so ist wiederum auf die individuellen Abweichungen im Organismus zu verweisen, und es ist jedenfalls bei Gelegenheit des angezogenen Beispieles zu bedenken, ob jenes unbekannte Miasma ein überall gleiches, ein bestimmter Stoff sei, oder ob es (wie manche andere Krankheitsursachen wahrscheinlich auch) nicht selbst in verschiedenen Klimaten und sonst wie Veränderungen erleiden dürfte, welche ganz andere als die unter anderen Verhältnissen gewöhnlichen Wirkungen bedingen.

Wirkliche Verschiedenheiten in der Wirkung der Krankheitsursachen, sowohl was den Grund, oder die Reihenfolge, oder die Zahl der eintretenden Erscheinungen betrifft, sind allein von dem so mannichfaltigen Modus der Einwirkung abhängig. Je nachdem die Ursache in kleinerer oder größerer Quantität, je nachdem sie plötzlich oder allmälich, in einem vorübergehenden Momente oder während eines längeren Zeitraumes wirksam ist, gestalten sich ihre Folgen so oder anders. Die wichtigsten Modificationen ergiebt aber das Zusammentreffen zweier oder mehrerer Ursachen, welches entweder ein gleichzeitiges sein, oder während der verschiedensten Perioden des Krankheitsverlaufes stattfinden kann. Momente, welche jedes allein eine bestimmte einfache Wirkung ausüben, haben vereinigt eine ganz andere Folge von Erscheinungen. Der Symptomencomplex kann hier durch die geringfügigsten Umstände, z. B. durch die Einwirkung von Gemüthsbewegungen, Abweichungen erfahren, welche das ganze Krankheitsbild umgestalten. Alles dieses ist der Grund der unendlichen Mannichfaltigkeit der Krankheitsfälle und zugleich die Quelle vieler Irrthümer, so daß, namentlich weil man die oben bezeichneten Verhältnisse der Ursache nicht berücksichtigte oder nicht zu erkennen vermochte, gar häufig nur quantitativ verschiedene Krankheitsfälle für qualitativ verschiedene Krankheitsprozesse gehalten wurden. Je mehr bisher die Forschung dergleichen Mißverständnisse aufgelöst hat, desto deutlicher ist auch in solchen Fällen ein specifisches Verhaltniß zwischen Ursache und Wirkung bei Krankheiten hervorgetreten.

Ueberflussig wäre es hier endlich, noch die Aehnlichkeit der Erschei-

nung bei der Einwirkung verschiedener Momente zur Erklärung herbeizuziehen. Sie hängen ab theils von der Aehnlichkeit der Ursachen selbst, theils davon, daß die verschiedensten Einwirkungen durch das Nerven- und Gefäßsystem den Gesammtorganismus treffen, theils auch davon, daß sich die differentesten Krankheitsprozesse in den gleichen Organen localisiren können, wodurch bei oberflächlicher Würdigung, namentlich des Symptomencomplexes, kein Unterschied in den Erscheinungen hervorzutreten scheint. Die einzelnen Arten der Pneumonie z. B. haben eine große Zahl von Symptomen gemeinschaftlich, ebenso die verschiedensten Erkrankungen des Magens u. s. w. Eine fortgesetzte treue Forschung wird bei differenten Zuständen immer mehr wesentliche Unterschiede nachweisen, welche freilich nicht in jedem concreten Falle dem Praktiker sofort zugänglich und nützlich werden können.

Die Art und Weise der Wirkung der Krankheitsursachen, man mochte nun übrigens diese selbst sich denken, wie man wollte, bildete von jeher einen Hauptgegenstand der ärztlichen Forschung, und war stets die theoretische Grundlage der verschiedenen Systeme. Wie bereits früher bemerkt, suchte man bald von den festen Theilen, bald von der Säftemasse, bald von den in letzter Instanz durch das Nervensystem repräsentirten dynamischen Verhältnissen des Organismus die eigentliche Krankheit abzuleiten, und sie ganz auf Veränderungen eines dieser drei zu basiren. Schon aus den bisherigen Untersuchungen haben wir entnommen, wie wenig ein solcher einseitiger Standpunkt für das Gesammtgebiet der Erkrankungen genügt, indem bei Weitem noch nicht überall die Hauptfrage entschieden ist, ob die Veränderungen in den bezeichneten drei Richtungen coordinirt, oder die einen der anderen subordinirt sind. Wir sahen, daß nach einer jeden der drei Theorieen sehr häufig dieselben Krankheitserscheinungen von sehr verschiedenen Ursachen abgeleitet, und die verschiedensten Krankheitsprozesse auf eine und dieselbe Grundbedingung basirt werden müssen (man denke nur an die Nervenkrankheiten und Blutdyskrasieen); wir müßten uns demnach gegenwärtig die Beschränkung einer vorgefaßten Ansicht auflegen, wenn wir im Angesicht der großen Masse des vorher noch zu Erforschenden von einer festen Theorie ausgehen wollten. — Die unbefangene Betrachtung zeigt, daß bei einem jeden Krankheitsprozesse Erscheinungen auftreten, welche von Veränderungen in allen genannten drei Richtungen abhängen, daß demnach jedenfalls der Gesammtorganismus betheiligt ist, und daß eben dem Begriffe des Organismus nur eine Betheiligung des Ganzen entspricht. Da nun im thierischen Organismus der Zusammenhang des Ganzen zunächst und am häufigsten durch das Nerven- und Gefäßsystem vermittelt wird, so ist es begreiflich, daß die pathogenetischen Theorieen vorzugsweise auf Blutmischung und Nervenkraft gegründet wurden. Eine Trennung des Zusammenhanges wird nur dadurch zur Krankheit, daß sie mittels Gefäß- und Nervensystem auf den ganzen übrigen Körper wirkt, ebenso die Application von ätzenden Stoffen, der Einfluß der Hitze. In allen diesen Fällen sind aber die einzelnen Erscheinungen der Gesammtbetheiligung verschieden, je nach der speciellen ursächlichen Einwirkung. In den angeführten Beispielen ist die Bedingung der Einwirkung einfach das Durchdringen des ursächlichen Momentes durch die schützende Hautdecke. Sobald nun nachgewiesen sein wird, daß z. B. die Wirkung mancher Contagien durch ihre Aufnahme in das Blut bedingt ist, so werden wir, wie dort in den zunächst getroffenen Theilen, so hier im

Blute den Ausgangspunkt des Krankheitsprozesses finden. Dann aber müssen wir immer noch fragen, ob das veränderte Blut für sich allein alle übrigen Erscheinungen erzeugt und vom Contagium ferner keine Rede zu sein braucht, oder ob die weiteren Vorgänge von dem letzteren selbst verursacht werden. Zur Entscheidung dieser Fragen hat uns die Chemie die nöthigen Nachweisungen noch nicht geliefert. — Aus solchen Gründen ist eine Theorie der Krankheit nach bloß dynamischen, oder chemischen, oder mechanischen Principien eine Unmöglichkeit, vielmehr wirken alle drei, wenn auch in verschiedener Folge, zusammen, um die ganze Krankheit, die Theilnahme des gesammten Organismus zu Stande zu bringen, und die Forschung hat die Aufgabe, die Entstehung der aus einer bestimmten Ursache hervorgehenden Erscheinungen unbefangen nach allen Richtungen hin zu ergründen.

Obgleich wir nun nach dem eben Gesagten nicht in dem Falle sein können, von einem einseitigen Standpunkte aus die gesammten Krankheitserscheinungen abzuleiten, so ist es doch für das wissenschaftliche Studium des Krankheitsverlaufes von der größten Wichtigkeit, bei einer jeden Ursache die Art ihrer ersten Einwirkung auf den Organismus kennen zu lernen. Diese ist aber leider selbst bei den wenigen als solche bekannten Ursachen noch sehr im Dunkeln. Von der Mehrzahl der Gifte wissen wir nicht, ob ihre erste unmittelbare Wirkung auf das Nervensystem oder auf und durch das Blut stattfindet, wenigstens sind die Resultate der Experimentatoren über diese Frage noch bei Weitem nicht zu der nöthigen Uebereinstimmung gelangt; was namentlich die Erstwirkung der Contagien, selbst der sogenannten fixen, betrifft, so ist diese ziemlich problematisch, und es bleibt hier der Speculation noch immer beinahe Alles überlassen. — Wie schon früher bemerkt wurde, je einfacher die Kräfte der einwirkenden Ursachen sind, je mehr sie nach den physikalischen oder chemischen Gesetzen der unorganischen Materie in Thätigkeit kommen, desto leichter ist die ganze Folge der durch sie im Organismus erzeugten Erscheinungen zu übersehen; je mehr aber die Wirkungsweise der organischen Körper in das Spiel kommt, desto schwieriger ist dieselbe in ihre einzelnen Theile zu zerlegen. Da nun bei jedem Krankheitsprozeß der Gesammtorganismus in Anspruch genommen wird, so erklärt es sich, warum selbst die Wirkung der einfachsten mechanischen Krankheitsursachen nur zu einem kleinen Theile einer vollkommenen Erkenntniß unterworfen werden konnte. In der Pathologie haben wir es am allermeisten zu verspüren, wie weit die Physik des thierischen Organismus noch zurück ist. Aus denselben Gründen vermögen wir auch den ferneren Verlauf der Erkrankung nicht nach sicher erkannten Gesetzen aus der Erstwirkung der Ursachen abzuleiten, sondern müssen uns darauf beschränken, den Zusammenhang der Ereignisse im Allgemeinen aus der Beobachtung ihres mehr oder minder constanten Aufeinanderfolgens in den Einzelfällen zu erschließen. Wir sind daher noch weit davon entfernt, eine begründete Theorie des Krankheitsverlaufes überhaupt aufstellen zu können, und finden auch die Lösung einer solchen Aufgabe nicht an der Zeit, so lange noch so wenig wie bisher der ersten dringenden Forderung genügt ist, welche in der Erforschung des Mechanismus der einzelnen Krankheitsvorgänge selbst besteht. — Der Zweck der vorliegenden Arbeit verbietet es, in die bei Weitem mehr zugänglichen Einzelheiten vorzudringen, und fordert nur die Erörterung der allgemeinen Gesichtspunkte. Soll daher nach den Grundsätzen, welche wir bis dahin

gewonnen haben, der Verlauf der Krankheitsprozesse in eine gewisse Uebersicht gebracht werden, so können wir die verschiedenen Erscheinungen in solche eintheilen, welche als unmittelbare Wirkungen der Ursache zu gelten haben, — in solche, welche die Betheiligung des Gesammtorganismus bezeichnen, — in solche, durch welche sich die Wirkung der Krankheitsursache erschöpft, — und endlich in solche, welche die Ausgleichung der hervorgebrachten Veränderungen im Organismus betreffen. Man wird leicht einsehen, daß dieses Schema, wie dies bei allen dergleichen nicht zu vermeiden ist, eine künstliche Trennung sehr vieler Krankheitserscheinungen nothwendig macht, daß in demselben die einzelnen Vorgänge des ganzen Prozesses durchaus nicht überall der Zeit ihres Auftretens nach unterschieden werden können, und daß es bei dem jetzigen Stande der Sache geradezu unmöglich ist, die vollständige theoretische Auseinandersetzung irgend eines bestimmten Krankheitsprozesses nach diesem Schema zu liefern. Es wird sogar das allseitige Ineinandergreifen der Vorgänge im Organismus den Uebelstand mit sich bringen, daß wir manche Erscheinungen als der einen und der anderen Reihe zugleich angehörig betrachten müssen. Wir sind indessen, wie überall so auch hier, darauf angewiesen, Dasjenige, was in der Natur uns sofort als Ganzes entgegentritt, durch künstliche Spaltung unserem Verständnisse zugänglich zu machen.

Versuchen wir nun, dem bisher Erörterten entsprechend, über die Ausgänge der Krankheiten Etwas hinzuzufügen, so kann auch hier nur von Andeutungen die Rede sein, welche an und für sich unserer Erkenntniß nichts Neues hinzusetzen, sondern in ihrer Allgemeinheit bloß auf eine consequente Ausführung der früher aufgestellten Grundsätze Anspruch machen dürfen. Es drängt sich dabei ebenfalls, gegenüber dem Mangel hinlänglicher speecieller Nachweisungen, die Mißlichkeit einer vorgreifenden theoretischen Darstellung dem Pathologen auf. — Wir haben im Grunde wohl nur drei Arten von Krankheitsausgängen zu unterscheiden: in den Tod, — in Genesung — und in Uebergang in einen anderen Krankheitsprozeß. Was den tödtlichen Ausgang betrifft, so ist der Mechanismus, durch welchen das Sterben vermittelt wird, offenbar ein äußerst vielfältiger, und läßt sich nur selten im Einzelfalle mit Bestimmtheit nachweisen. Diese Nachweisung selbst ist schwierig, und wird nicht auf die leichtfertige Weise erreicht, mit welcher meistens in der Praxis bei Leichenöffnungen nach der »Todesursache« geforscht zu werden pflegt. Bekanntlich nimmt man im Allgemeinen an, daß der Tod entweder in Folge der Unterdrückung der Thätigkeit des Nerven-, oder des Gefäß-, oder des Respirationssystems zu Stande komme; indessen könnte man leicht Alles auf die Vernichtung der Nerventhätigkeit zurückführen. Wäre das Letztere begründet, wie es wirklich den Anschein hat, so würden sich für beinahe jeden concreten Fall verschiedene Bedingungen des jedesmaligen Sterbens ergeben, nach deren Feststellung im Einzelnen sich erst allgemeine Folgerungen abstrahiren ließen. — Die Genesung erfolgt zunächst durch Entfernung der krankmachenden Ursache von und aus dem Körper, oder durch Vernichtung (Neutralisirung und Isolirung) derselben innerhalb des Körpers. Sie wird dann vollkommen sein, wenn die krankmachende Schädlichkeit nur durch ihre fortdauernde Einwirkung Veränderungen hervorrief, welche wiederum vorübergehend waren, z. B. der Acarus bei der Krätze, Eingeweidewürmer, fremde Körper u. s. w.; auch ließen sich noch hierher rechnen: die Syphilis in den ersten Tagen ihres Auftretens und mancherlei Gifte. Unvollkommen wird die

Genesung sein, wenn die krankmachende Ursache nächst ihrer unmittelbaren Wirkung bereits eine Reihe von Veränderungen hervorrief, welche unabhängig von der Fortdauer der ursächlichen Wirkung selbst bestehen bleiben. So bei der Syphilis, wenn schon die Bedingungen der secundären Erscheinungen eingetreten waren, — bei Giften, wenn sie auf das circulirende Blut zu wirken begonnen oder Zerstörungen verursacht haben, — bei Helminthiasis, wenn nach Entfernung der Würmer Hyperästhesien und Convulsionen, wie man sagt, habituell geworden waren u. dergl. mehr. Begreiflich kann die Kunst auf die angegebene Weise nur dann die Genesung herbeiführen, wenn sie die Krankheitsursachen kennt, und zwar so kennt, daß ihr die erforderliche Einwirkung auf dieselben möglich wird. Die allermeisten contagiösen Krankheiten gehen daher erst nach Durchlaufung der ganzen Reihe von Veränderungen, welche das Contagium im Organismus nach den gegebenen Bedingungen hervorbringen mußte, in Genesung über. Ebendeßwegen heilen wir auch nicht eigentlich die croupöse Pneumonie, deren Ursache uns unbekannt ist, wir suchen nur empirisch die Bedingungen so zu stellen, daß die unabwendbaren Vorgänge leichter ablaufen. Das Gleiche findet bei den Trennungen des Zusammenhanges (mechanischen Krankheitsprozessen) statt, wo die Ursache bekannt ist, aber im Momente der Einwirkung der therapeutischen Thätigkeit entgeht; hier ist die Therapie nur deßhalb sicherer, weil wir die Bedingungen der nachfolgenden Vorgänge und demnach der Heilung besser kennen, als z. B. bei der Pneumonie. Manche metallische Gifte, welche wir kennen, und auf die wir zu wirken verstehen, entziehen sich der Einwirkung, sobald sie in die gesammte Säftemasse gelangt sind. Der Krankheitsprozeß, den sie erregen, wird erst dann in Genesung endigen, wenn sie alle Erscheinungen hervorgebracht haben, zu denen sie die Bedingungen im Organismus vorfanden. Heilung erfolgt, sobald sie endlich neutralisirt worden sind, und es ist in dieser Hinsicht schon auf die Analogie der contagiösen Krankheiten aufmerksam gemacht worden, indem es scheint, als ob auch bei gewissen Giften eine bestimmte Beziehung zu (Neutralisation in) gewissen Organen stattfinde. — Endlich erfolgt die Genesung vom ganzen Krankheitsprozesse in denjenigen Fällen, wo die Wirkung der krankmachenden Ursache selbst längst aufgehört haben kann, durch die Entfernung oder Neutralisation der Producte und Residuen, welche jene Wirkung zurückgelassen hatte. Die Beispiele liegen hier nahe, man darf nur an die Entfernung von Concrementen, die Aufsaugung von Exsudaten, die Entleerung von Abscessen, die Schließung von Fisteln u. s. w. denken. Ein besonders einleuchtender Fall ist die Heilung von Nekrosen und Osteosklerosen, welche nach längst beseitigter allgemeiner Syphilis übrig geblieben waren; ferner die Resorbtion und Heilung von skorbutischen Extravasaten und Geschwüren, welche meistens viel später zu Stande kommt, als die Wiederkehr normaler Blutmischung durch genügende Zufuhr der nothwendigen Nahrungsstoffe. — Was nun endlich den Uebergang in eine andere Krankheit betrifft, so läßt sich derselbe nur dann annehmen, wenn durch den ersten Krankheitsprozeß gesetzte örtliche Producte oder Veränderungen in Verhältnisse kommen, wo sie auf den Gesammtorganismus Wirkungen ausüben, welche zusammengenommen eine von der früheren krankmachenden Ursache ganz unabhängige Reihe darstellen. Dies wäre der Fall bei der Pyämie nach Verwundungen und dergleichen. Es läßt sich übrigens bei aufmerksamer Betrachtung dieser Ausgang der Krankheit weit schwieriger durch

Beispiele darthun, als die ältere Pathologie glaubte. Rechnet man hieher z. B., und, wie ich annehme, mit Recht, die Verengerungen der Harnröhre, welche nach Chanker in derselben entstehen können, oder die Verengerungen der Speiseröhre nach Verbrennungen u. s. w., so dürfte die Frage sich aufdrängen, ob nicht ebensowohl die durch das Bright'sche Nierenleiden bedingte Blutveränderung als ein besonderer Prozeß anzusehen sei, der einen Ausgang in eine andere Krankheit darstelle. In den ersten Fällen entständen nothwendig mechanische Krankheitsbedingungen, im letzten dergleichen Mischungsveränderungen des Blutes, und es erschiene fast willkürlich, das eine Mal die Strictur als den Anfangspunkt eines neuen Prozesses, und das andere Mal die Blutveränderung als zu der ursprünglichen Krankheit gehörig anzusehen. Wir haben hier einen neuen Beweis, wie schwierig die künstlichen Spaltungen, welche wir zur Vermittelung unserer Erkenntniß für nothwendig halten, der Natur gegenüber zu begründen sind. Jedenfalls dürfen wir die Harnröhren-Strictur und ihre Folgen deßhalb für einen zweiten unabhängigen Krankheitsprozeß erklären, weil dieselbe erst als Schluß des ursprünglichen Leidens auftritt, während die Blutveränderung zur Nierenkrankheit so gut gehört, als die Athemstörung und ihre Folgen zu denjenigen Krankheitsprozessen, welche sich in der Lunge localisiren.

Zum Schlusse braucht es nun kaum einer Erörterung des Verhältnisses, in welchem die Narben, die Verstümmelungen u. dergl. zu der eigentlichen Krankheit stehen. Sie sind bleibende Reste derselben, Beweise einer unvollkommenen Genesung, welche in den meisten Fällen ohne alle bestimmte Wirkungen auf den Gesammtorganismus bleiben. Es fehlt ihnen ein Hauptcharakter der wirklichen Krankheit, der Verlauf einer bestimmten Reihe von Vorgängen, welche sich über den Organismus als Ganzes erstrecken. Begreiflicherweise können nun unter gewissen Umständen diese Ueberbleibsel der Krankheit wiederum der Ausgangspunkt eines neuen Prozesses werden, wie dies aus dem Beispiel der Harnröhren-Strictur, der Klappenfehler im Herzen u. s. w., oder auch aus den Folgen der Verstümmelung nach Castration erhellt. – Die sogenannten ursprünglichen Mißbildungen, über deren Entstehen wir noch zum größten Theile im Dunkeln sind, möchten vor der Hand in die nämliche Kategorie der Ausgangsformen, der bleibenden Reste eines Krankheitsprozesses, welcher das Ei oder den Embryo betraf, zu rechnen sein. Bei einzelnen solchen Mißbildungen ist dies bereits durch wiederholte Beobachtungen mehr als wahrscheinlich gemacht worden.

Aus den bisherigen Betrachtungen geht wohl als weiteres Resultat hervor, daß die Krankheit in Bezug auf ihren Verlauf nichts Stehenbleibendes ist, nichts in der Dauer Abgeschlossenes darstellt. Sie zeigt sich also auch in dieser Hinsicht nicht als Individuum, sondern als etwas an Individuen Geschehendes. So lange die Krankheitsursache wirksam ist, entwickeln sich die einzelnen Erscheinungen immer vielfältiger und stärker; sobald jene Wirksamkeit aufhört, tritt eine allmälige Rückbildung der stattgehabten Wirkungen ein. Die Krankheit ist daher in jeder Stufe anders, zu keiner Zeit ein fertiges, und als solches fortlebendes Ganzes, und findet, wie gesagt, ihren Zusammenhang als Einheit nur in der einigen Ursache. Wir sehen hieraus, wie ungenügend die ältere Methode der Pathologieen ist, die Krankheiten durch sogenannte Krankheitsbilder zu beschreiben;

denn so meisterhaft viele derselben nach der Natur gezeichnet sein können, so werden sie doch nur vorzugsweise, entweder bestimmte Zeitabschnitte, oder bestimmte Grade der Wirkungsweise der krankmachenden Ursache darstellen. Es kann hierbei die Bemerkung nicht übergangen werden, daß für die Praxis, d. h. sowohl für die Annahme einer Gesundheitsstörung, als auch für die Förderung einer therapeutischen Thätigkeit, die verschiedenen Reihen der Krankheitserscheinungen von sehr verschiedener Dichtigkeit sind, und oft diejenigen, welche nach pathogenetischen Begriffen der Rückbildung der durch das ursächliche Moment hervorgerufenen Vorgänge angehören, gerade als die allerbedeutendsten in Bezug auf die ärztliche Thätigkeit erscheinen. Als Beispiel können hier manche Fälle von Wassersucht, Herzkrankheiten, Gehirnapoplexien u. dgl. m. dienen. So ist in ähnlicher Beziehung die acute Alkoholwirkung bei der Trunkenheit für die Praxis kein Gegenstand, während die chronische Alkoholvergiftung und ihre Folgen in derselben einen wichtigen Platz einnimmt.

Eine solche Kette von bestimmten Erscheinungen, als welche wir die Krankheit kennen gelernt haben, ist nun nirgends anders als bei Organismen denkbar. Zwar muß mit Bestimmtheit an dem Satze festgehalten werden, daß überall in der Natur Kraft und Materie nach denselben Gesetzen in Wechselwirkung treten, eben deswegen ist es aber Aufgabe der Physik, aus der verschiedenen Anordnung der Materie die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen nachzuweisen. Wir können uns daher, trotz der mehr als mangelhaften Physik der organischen Vorgänge, dem Versuche einer übersichtlichen Vergleichung der Krankheit mit ähnlichen Erscheinungen an unorganischen Körpern nicht entziehen. — Unorganische Einzelkörper werden als Massen von einwirkenden Kräften durchdrungen, bei Organismen kommt nächst dieser Massenwirkung das so vielfältig verschiedene Verhalten der einzelnen Gewebstheile gegen äußere Einflüsse in das Spiel. Diese Theile wiederum verbreiten im thierischen Organismus ihre Zustände, jeder nach seiner Art, auf gewisse Centralorgane, von welchen aus die je nach den Geweben mannichfaltigsten Rückwirkungen erfolgen. Hieraus geht zugleich die Eigenthümlichkeit für den unorganischen Körper hervor, daß die einfache Massenwirkung, welche einen Körper Molekül für Molekül trifft, eine dauernde Veränderung desselben hervorbringt, die nur durch erneuerte Einwirkung von außen wieder beseitigt, oder mit einem anderen Zustande vertauscht werden kann. Im Organismus dagegen sind eben alle Vorrichtungen offenbar darauf abgesehen, die stattgehabte Einwirkung durch eine ganze Verkettung nothwendiger Vorgänge wieder aufzuheben. Wir können aus diesem Grunde in dem Wiederersatze verstümmelter Krystalle und selbst in dem merkwürdigen Phänomen der gewundenen Krystalle (Weiß) keinen genügenden Vergleich mit dem, was bei Krankheiten geschieht, finden. Dürfen wir auch sagen, daß der Organismus einen Apparat darstelle, welcher seine Einheit durch in ihm selbst vorhandene Bedingungen und Mittel, von innen heraus aufrechterhalte und schütze, und daß der Krystall dasselbe mittels außer ihm befindlicher Stoffe und seiner eigenen Materie innewohnender Bedingungen thue, so ist leicht einzusehen, wie mangelhaft der Vergleich ist, und wie wenig wir durch ein solches Spiel mit Analogien zu gewinnen haben. Es würde dadurch noch lange nicht bewiesen werden, was man wünscht, daß nämlich die organischen Wesen keine besonderen von allen anderen verschiedene Naturgesetze für sich haben, es würde vielmehr zu Gunsten eines richtigen Gedankens mit denselben verwerflichen Waffen

gestritten werden, welche früher das Gegentheil bestärken sollten. Die specielle Forschung, welche die organischen Thätigkeiten in ihre einfachen Elemente zerlegt, kann allein den Beweis der ursprünglichen Identität liefern, die Betrachtung des Gegenstandes im Ganzen führt nur zur Bestimmung der Unterschiede zwischen den Veränderungen anorganischer Einzelkörper und den Krankheitsprocessen der Organismen.

K. E. Hasse.

Physiologie in ihrer Anwendung auf Chirurgie.

Wenn zwei Brüder zusammen wohnen, von denen der eine Chirurg, der andere Physiolog ist, so wird kein Tag hingehen, wo sie sich nicht etwas mitzutheilen, zu fragen und zu antworten hätten. Es wird nicht lange dauern, bis sie die Gränzgebiete, in welchen ihre Wissenschaften an einander stoßen, zusammen durchlaufen und beiderseits ihre Kenntnisse durch gegenseitige Belehrung ausgeglichen und abgerundet haben.

Das ist das Verhältniß der Physiologie zur Chirurgie, nur daß bei uns die beiden Brüder in demselben Kopfe wohnen sollen.

Es mag wohl als eine schwierige Aufgabe erscheinen, diese beiden Disciplinen in einer, der Höhe der Wissenschaft entsprechenden Weise zu erlernen und sich später im praktischen Leben in beiden auf der Höhe zu erhalten. Wie wenig man dies früher für möglich hielt, zeigt die exceptionelle Stellung, welche man immer für die Chirurgie neben der Medicin zu erhalten suchte. Wie man es dagegen jetzt für möglich hält, geht aus den Anforderungen in den Staatsprüfungen wie in der Praxis hervor. Und daß das Ziel erreichbar ist, wird demjenigen klar geworden sein, welcher einige der besseren Köpfe auf ihrer späteren Laufbahn zu verfolgen Gelegenheit gehabt hat.

Eine andere Frage ist aber die, ob es für die Mehrzahl erreichbar ist, das große Gebiet der Physiologie so zu erlernen und geistig zu verarbeiten, daß von da aus immer ein Einfluß auf die übrigen praktischen Disciplinen ausgeübt wird, daß die physiologische Idee immer als Handweiser auf den Wegen der pathologischen Vorgänge steht.

Um diese Frage gründlich erörtern zu können, müssen wir zuerst zu bestimmen versuchen, was die Physiologie der Chirurgie und praktischen Medicin überhaupt zu bieten vermag, und auf welche Sphäre dieser Wissenschaften sie Einfluß gewinnen kann.

Der erste Blick zeigt uns hier leider wieder die große Kluft, welche noch immer zwischen der Theorie und Praxis besteht, und nöthigt uns die Frage so zu theilen, welchen Nutzen die Physiologie der praktischen, welchen sie der theoretischen Heilkunde zu leisten vermöge.

Ich weiß nicht, ob es bei einer solchen Theilung der Frage noch einer Rechtfertigung bedarf gegen diejenigen, die eine Entweihung unserer Kunst darin erblicken, wenn man Theorie und Praxis als theilweise unabhängig

von einander, als mehr oder weniger selbstständig neben einander stehend anzusehen wagt: die gerade in dem schön ausgebildeten System der Schule einen Schutz gegen den rohen Empirismus erkennen: die ein Bekenntniß, durch welches eine tausendjährige Scholastik preisgegeben würde, um so unbarmherziger verdammen, wenn es von solchen kommt, die der Wissenschaft zu dienen vorgeben.

Ist aber Aufrichtigkeit gegen uns selbst irgendwo Pflicht und Förderung, so ist sie es in diesen Fragen. Nichts hat die wissenschaftliche Theorie so sehr an ihrem Einflusse auf die Praxis gehemmt, als der Aberglaube und Ueberglaube. Wir verlangen eine Wissenschaft, welche sich mit den übrigen wenigstens vergleichen läßt. Viele glauben, wir besäßen etwas dergleichen. Aber wie ist es damit bestellt? Keine Disciplin, welche Anspruch auf Wissenschaftlichkeit macht, entbehrt der Mittel, ihre Sätze streng beweisend darzuthun. Die Logik in Wort oder Zahl vertilgt jeden Widerspruch unvermeidlich. Da erhebt sich nie vergeblich der Ruf nach Gründen. Die Mathematik steigt, von den einfachsten Wahrheiten beginnend, stufenweise bis zu den Gränzen unseres Denkvermögens in unfehlbarer Sicherheit empor. Sie hat das Mittel, Widersprüche gegen ihre Wahrheiten auf eine beneidenswerthe Weise unschädlich zu machen. Sie statuirt sie als wahr, substituirt sie in andere als wahr anerkannte Sätze und führt sie so ad absurdum. — Die Astronomie durchforscht die Himmelsräume, wägt die Planeten und Monde und kann sich, wenn die Beobachtungen richtig gemacht sind, nicht irren, denn ihre Gesetze sind untrüglich. Physik und Chemie sind Schwestern, Kinder einer Mutter, von der sie die Weisheit gelernt haben, aus dem reichen Schatze der Dinge nur das ihr eigen zu nennen und ihrem Systeme einzuverleiben, dessen Gesetze sie erkannt haben. Das übrige Material bleibt fernerer Forschung aufbewahrt. Allen diesen Wissenschaften gilt jede Behauptung leer, die nicht mit genügenden Gründen zu belegen ist.

Vergleichen wir damit unsere Medicin, so werden wir ihr den Namen einer Wissenschaft kaum beizulegen wagen. Es könnte natürlich nur von einer Erfahrungswissenschaft die Rede sein, aber es fehlen auch da die Charaktere wahrer Wissenschaftlichkeit leider fast überall, nämlich die Basis gewisser allgemein gültiger Gesetze und der beweisliche Zusammenhang zwischen Erfahrungen und Folgerungen. Fragen wir doch, wie sich z. B. bei Meinungsverschiedenheiten in Bezug auf die Therapie die Meinungen gegen einander geltend zu machen pflegen? Wie selten ist da auch nur die entfernteste Möglichkeit vorhanden, durch einen Beweis zu überzeugen. Man beruft sich schließlich beiderseits auf fremde und eigene Erfahrungen, und in der beiderseitigen Berechtigung zu dieser Berufung liegt zugleich das Urtheil über die Erfahrungen selbst. Man lese die Handbücher der allgemeinen Pathologie und Therapie und sage ohne Vorurtheil, ob diese künstlichen Systeme als richtige Folgerungssätze aus erwiesenen Thatsachen betrachtet werden können, oder, wenn das nicht, ob sie als folgerichtige Zusammenstellung vernünftiger Schlüsse angesehen werden dürfen. Man lese die meisten systematischen Handbücher der materia medica und untersuche die Berechtigung dieser Systematik, dieser Empfehlung heterogener Mittel gegen dieselbe Krankheit oder derselben Mittel gegen die verschiedensten Krankheiten. Giebt es einen gesetzlichen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung, so kann nicht ein Mittel verschiedene Wirkungen hervorbringen, so wenig verschiedene Mittel dieselbe Wirkung haben können, und ein System, welches ohne nähere Untersuchung solche Lehren enthält, kann sich nicht als ein wissenschaftliches hinstellen wol-

len. Lehrt wirklich die Erfahrung diese Erfolge, so straft sie nicht die Logik Lügen, sondern zwingt uns zu der Anerkennung, daß entweder die Mittel, trotz anscheinender Verschiedenheit nicht verschieden sind, oder daß in dem Mechanismus der Organisation von verschiedenen Seiten aus Hebel in Bewegung gesetzt werden können, die schließlich zu demselben Effecte führen. Aber gerade unsere Unkenntniß dieser Verhältnisse benimmt uns die Möglichkeit, eine theoretische Construction auf Erfahrungen zu gründen, welche scheinbar den allgemein gültigen Gesetzen widersprechen.

Ich weiß, es ist eine unbeliebte, mancherseits sogar verhaßte Art, dieses rückhaltlose Besprechen der schwachen Seiten unserer theoretischen Medicin. Aber es ist sicher Zeit, nicht ferner Verstecken zu spielen und thatlos wie der Strauß den Kopf zu verbergen, während die Gefahr von allen Seiten droht. Wahrheit, wahrhafte Kritik, Vertilgung des Aberglaubens, wo er sich zeigt, aber zugleich Gerechtigkeit gegen die Erfahrung, Vertheidigung jeder Scholle fest gewonnenen Bodens, das thut uns Noth. Ernst und Strenge gegen uns selbst, wie gegen Andere!

Die Tagesgeschichte der Medicin zeigt uns ein Zerfallen der großen Gliederung, welches nur aus einer Reaction gegen unsere bisherige Uebergläubigkeit erklärt werden kann. Die Diagnostik und pathologische Anatomie gehen Hand in Hand weiter und gewinnen täglich einen größeren Vorsprung. Die Therapeutik steht still und verliert täglich an Terrain. Seit Jahren zeigen sich die Führer des medicinischen Heeres in der Therapie immer ärmer und ärmer an Hülfsmitteln und ganze Heerhaufen fallen von ihrer Fahne ab. Ja es giebt viele, die sich nicht einmal ein Gewissen daraus machen, die Therapie zu vernachlässigen, als ob der Zweck der Heilkunde ohne sie erreicht werden könnte.

Woher dies alles? Daher, daß man mit der Anmaßung scheinbarer Wissenschaftlichkeit den höheren Werth der Heilkunde in den theoretischen Systemen fand und die nüchterne, unberedte Anhänglichkeit an die Ergebnisse der Erfahrung als irrationellen Empirismus zu brandmarken suchte.

Ich bin entfernt von dem Unglauben an die Heilkunde, aber eben so entfernt von dem Glauben, daß eine Schwächung unserer bestehenden Theorien eine Werthverminderung unserer Heilkunde nach sich ziehen könnte, und so möge es mir denn erlaubt sein, nach der oben angenommenen Eintheilung die Frage wieder aufzunehmen.

Was bietet die Physiologie der praktischen Heilkunde und zumal der Chirurgie? Hat sie zu solchen sichern Endresultaten geführt, welche *als Regeln* bei der praktischen Ausübung zu Grunde gelegt werden können, indem sie unabhängig von der empirischen Heilkunde die Nützlichkeit und Nothwendigkeit gewisser Behandlungsweisen unumstößlich begründen?

Auf diese Frage möchten wir wohl kaum ein Ja finden. Ein solcher directer Einfluß liegt nicht in dem Charakter der Physiologie. Sie beschäftigt sich mit dem Ablaufe der normalen Vorgänge und ordnet sie, so weit es in ihren Kräften steht, unter die erkannten Gesetze des Lebens. So wie aber der Uebergang zur abnormen Bildung eintritt, lassen diese Gesetze im Stiche und eine gegliederte Verfolgung der Zustände vom Boden der Physiologie aus wird unmöglich.

Bei allen diesen Versuchen, den Weg vom normalen Leben zum krankhaften zu verfolgen, passiren wir die eine unvermeidliche Stelle, wo aus denselben Wurzeln, welche den gesunden Stamm trieben, eine fremde Blüthe emporkeimt, und bleiben fruchtlos sinnend über die Ursachen dieser Veränderung stehen. Und

doch wäre die Bekanntschaft mit diesen Ursachen die erste Bedingung, wenn man den Versuch machen wollte, der Wurzel zu gebieten, statt der falschen die wahre Blüthe zu treiben. Mit einem Worte, es fehlt uns für eine theoretische Grundlage der Therapie auf dem Boden der Physiologie bis jetzt an einem Angriffspunkte. Ist eine Maschine zu repariren, so kennt der Mechanikus erstens genau den Mechanismus und zweitens die treibende Kraft. Wir kennen den Mechanismus unserer Organisation nur mangelhaft, die treibende Kraft gar nicht.

Bei so bewandten Umständen wird wohl die Zeit noch sehr fern liegen, wo die Physiologie sich zur Mutter der Therapie aufwerfen kann.

Ganz anders aber gestalten sich die Verhältnisse, wenn wir der Physiologie die Gouvernantenstelle bei der praktischen Heilkunde übertragen. Erziehung und Leitung wird ein dankbares Geschäft für sie sein. Gewohnt an alle Fragen den wissenschaftlichen Maaßstab zu legen, wird sie in der Prüfung des vorhandenen Materials strenge Kritik, aber auch strenge Gerechtigkeit empfehlen. Zu neuen Entdeckungen wird sie befähigen. Die empirische Erfahrung ist ja nur selten die Geburt des Zufalles. Besonders in der praktischen Heilkunde, wo wir regelmäßig vermöge unserer Stellung handelnd auftreten, ist sie gewöhnlich Folge des Versuches. Mag der Versuch in Hinsicht auf ein erwartetes Resultat gemacht sein, oder nicht, der Erfolg kann nur unter der leitenden Hand der Physiologie richtig verstanden werden. Läßt man sich aber von ihr leiten, hat man durch Uebung im physiologischen Experimente gelernt, den Versuch vernünftig anzustellen, Zufälligkeiten entweder abzuhalten, oder außer Rechnung zu lassen, bestimmte Fragen zu stellen und durch den Ausfall des Versuches zu entscheiden, dann gewinnt die Erfahrung wahren wissenschaftlichen Werth, sie ist Frucht der Beobachtung geworden. Die Resultate solcher Erfahrungen, und seien sie auch negativ, bleiben nie ohne Frucht, wogegen die meisten sogenannten Erfahrungen, weil sie gedankenlos hingenommen werden, fruchtlos sind. Wer einige Male beim physiologischen Versuche erfahren hat, wie gränzenlos schwer eine reine Beobachtung zu machen ist, wird sich die Erfolge seiner praktischen Thätigkeit nicht als Erfahrungen aufdrängen lassen, wenn er nicht alle Vorsichtsmaßregeln hat aufbieten können, die ihn berechtigen, sie als Beobachtungen gelten zu lassen. Er wird vielen Selbsttäuschungen entgehen, auf dem aber, was er als Erfahrung besitzt, auch sicher bauen können.

So bietet uns also die Physiologie in der Praxis zwar nicht die therapeutischen Regeln, aber wohl die Regeln für den therapeutischen Versuch.

Betrachten wir nun die Frage, welchen Einfluß die Physiologie auf die Theorie der Heilkunde ausübe oder auszuüben vermöge. Seit dem Emporblühen der naturwissenschaftlichen Disciplinen macht sich auch in der Heilkunde das Streben nach einer exacteren Forschung geltend. Seit ein gewisses Unbehagen gegen die orthodoxen Lehren der Pathologie und Therapie allgemeiner fühlbar wird, seit die Kritik schärfer ihr Recht gegen die historische Empirie übt, blickt manches Auge auf die Physiologie, ob sie nicht die Vermittlung übernehmen, und einem neuen Glauben Bahn brechen könne. In der That, es wäre eine beneidenswerthe Stellung, welche diese Disciplin bekäme, wenn sie diesen Erwartungen einigermaßen entsprechen könnte, und manche frischen Geister haben von diesem Gesichtspunkte aus die Physiologie für das praktische Bedürfniß auszubeuten gesucht. Leider sind die Ergebnisse bis jetzt nicht bedeutend, und der besonnene Forscher sieht leicht, daß die Täuschung vor der Hand um so größer sein wird, je mehr die Hoffnungen über-

spannt waren. Das darf uns aber nicht hindern, an der Hoffnung auf allmähliges Fortschreiten auf dieser Bahn festzuhalten. Die allgemeine Richtung der Wissenschaft hat diese Bahn bezeichnet und die Vernunft erklärt sie für die allein richtige.

Die Zeit ist hin, wo wir in einem Worte die genügende Erklärung für normale und abnorme Vorgänge im Organismus zu finden glaubten. Die wissenschaftliche Kritik duldet nicht mehr, daß man in dem Worte Lebenskraft eine Erklärung für den Grund der normalen Lebensvorgänge, daß man in dem Worte Krankheitsproceß, Naturheilkraft, Antagonismus, Sympathie u. s. w. eine Erklärung für die Gründe abnormer Lebensvorgänge zu finden glaubt. Die Wörter dienen noch als Verständigungsmittel und können und sollen als solche vorläufig nicht verdrängt werden. Der logisch Gebildete erkennt ihnen aber keinen erklärenden Werth zu.

Die Kritik, welche diesen Tendenzbegriffen ihre Macht nahm, streckt weiter auf die schematischen Begriffe der einzelnen Disciplinen ihre Hand. Wie lange ist es her, daß man sich recht befriedigt fühlte, wenn man bei einem Krankheitszustande in einer scrophulösen, gichtischen, rheumatischen oder sonstigen Disposition eine genügende Erklärung gefunden zu haben glaubte? Vielleicht ist keiner unter uns, der nicht erlebt hätte, mit welch inquisitorischer Fertigkeit der Kranke so lange geexamint wurde, bis z. B. bei einer Hüftgelenkkrankheit die genügende Erklärung in einer scrophulösen Anlage gefunden war, bis eine Augenentzündung auf rheumatische, oder eine Knochenauftreibung auf gichtische Ursachen zurückgeführt war. Fern lag die Frage, ob man nun mehr über die Sache wisse? Der Zweck war erreicht, man konnte nun handeln, denn die gefundene Erklärung trug den Schlüssel zu dem therapeutischen Schatze in sich.

Die Frage, wie lange das her sei, ist eigentlich unrichtig, — man sollte fragen, wie lange es noch dauern werde, denn leider befinden wir uns noch alle mehr oder weniger in dieser Lage, und selbst die aufgeklärtesten, welche sich von dem Vorurtheile frei gemacht haben, daß sie in diesen schematischen Begriffen eine Erklärung der Zustände und des Zusammenhanges zwischen Ursache und Wirkung gefunden hätten, können sich in der Praxis nicht davon befreien, weil die überlieferte Empirie zu genau mit diesen Begriffen verwachsen ist, um, abgelöst davon, erkennbar zu bleiben. Zu entbehren ist aber dies Material noch nicht.

Von der Physiologie wird nun erwartet, daß sie den Grundstein zu einem neuen Gebäude lege, welches, wenn auch erst nach Jahrhunderten vollendet, eine wissenschaftliche Begründung der Hauptfragen enthält. Zu dem Ende muß sich zuerst die ganze Anschauung der krankhaften Vorgänge im und am Organismus geradezu umkehren. Während wir bis dahin gewohnt sind, alle abnormen Erscheinungen bei einem krankhaften Zustande zu einem compleren Bilde zu vereinigen und dies als etwas selbstständiges, neben dem übrigen Leben herlaufendes, als einen Krankheitsproceß oder dgl. zu bezeichnen, muß, wenn man sich an die Physiologie anschließen will, alles nur in Beziehung auf die normalen Functionen gedacht werden. Die Frage: was ist gesund, oder welche physiologischen Functionen sind ungestört? muß bei jeder Krankheitsbeurtheilung im Vordergrunde stehen. Darauf folgt die zweite Frage: welche Functionen sind gestört und in welcher Weise weichen sie von der Norm ab. Erst zuletzt würde dann an die angewandte Physiologie die Frage gestellt werden können, ob ihr Momente bekannt seien, durch

deren Einwirkung die gestörten Functionen zur Norm zurückgeführt werden könnten. Die angewandte Physiologie wäre dann zugleich Therapie.

So ist es einleuchtend, daß die Anwendung der Physiologie das zuletzt erreicht, was die Therapie zuerst zu wissen verlangt, und daß somit noch eine sehr große Kluft zwischen ihnen liegt. Dies ist aber auch bei der jetzigen Lage beider Wissenschaften ganz in der Ordnung und nur sehr sanguinische Hoffnungen konnten eine baldige Aenderung erwarten. Für das erste müssen wir im Leben und in der Praxis diese Sonderung aufrecht halten. Das System der Pathologie und Therapie läßt sich nicht künstlich a priori demonstriren, es muß rein auf Beobachtungen gegründet sein. Man muß nicht darin den Naturwissenschaften nacheifern wollen, daß man ihre künstlichen oder natürlichen Systeme nachahmt, sondern darin, daß man die ersten Beobachtungen und Beschreibungen im Geiste der Naturwissenschaften macht, nämlich treu bis in's kleinste Detail, geregelt nach den charakteristischen Merkmalen und objectiv, ungetrübt durch Schulansichten. Werth hat ja das System an und für sich nicht, sondern nur als ein Zeichen, daß man in den Einzel-Beobachtungen dahin gelangt ist, ein System möglich zu machen. Geht man zu früh zu einem Systeme über, so wird es als ein verkümmertes auf die ferneren Beobachtungen nachtheilig rückwirken, indem ein systematischer Beischmack dieselben trübt. Hätten wir mit einzelnen Objecten, wie die meisten Zweige der Naturwissenschaften, zu thun, so würde dieser Einfluß wenigstens bei den besseren und unbefangeneren Beobachtern keinen Nachtheil bringen. Aber wir haben es mit der Auffassung sehr complexer Zustände zu thun, an die der Maaßstab einer einfachen topographischen Beschreibung nicht angelegt werden kann. Für uns handelt es sich um charakteristische Krankheitsbilder, in denen die Hauptzüge scharf hervortreten, an die sich die übrige Beschreibung anlehnen kann. Daß bei der Auffassung dieser Bilder die Abhängigkeit von systematischen Ansichten störend einwirken muß, ist leicht erklärlich. Wir haben Zeiten in der Heilkunde gehabt, welchen wir weit vorausgeeilt zu sein glauben und theilweise auch wohl sind, in denen wir aber in Bezug auf Treue und Klarheit der Krankheitsbilder noch immer unsere Muster suchen können. Dies liegt nicht an der größeren Befähigung der damaligen Meister, oder ihrer besseren Beobachtungsgabe. Nein, nur an ihrer Unbefangenheit. Sie beschrieben, was sie der Natur ablauschten, nur mit dem einen Gedanken, es so zu beschreiben, daß es jeder wiedererkennen könne. Und dies ist der einzige und wahre Zweck der speciellen Pathologie. Ebenso kann der Zweck der speciellen Therapie nicht der sein, bei einer einzelnen Krankheitsform allgemeine therapeutische Methoden anzugeben. Die erprobten Heilmittel müssen ohne Rücksicht auf die schwankenden Eintheilungen der Arzneimittellehre hingestellt werden. Das übrige gehört in die allgemeine Pathologie und Therapie, Disciplinen, welche erst verstanden und bearbeitet werden können, wenn die specielle Pathologie und Therapie empirisch festgestellt ist.

Es ist damit nicht gemeint, daß wir dem Streben nach einer theoretischen und systematischen Begründung der Heilkunde entsagen sollten. In jedem denkenden Menschen macht sich der Drang geltend, über die empirische Stellung weg zu einer begründet theoretischen zu kommen. Dies beruht auf dem richtigen Gedanken, daß bei der unendlichen Schwierigkeit einer guten und zuverlässigen Beobachtung das überlieferte empirische Material vielfach mit fehlerhaften Erfahrungen und Irrthümern vermischt sein möge; daß die eigene Erfahrung durch subjective Mängel und durch den Einfluß, welchen die Zeitansichten auch auf den Unbefangensten und Gewissenhaftesten üben, zu sehr

getrübt wird, um zu positiv sicheren Resultaten zu führen: daß dagegen, wenn allgemeine Gesetze gefunden werden könnten, aus denen das, was wir jetzt als Resultat der Erfahrung betrachten, auf dem Wege einer Schlußfolge hervorginge, keinem Zweifel mehr Raum gegeben werden könnte. Deshalb müssen und wollen wir ewig nach theoretischer Begründung streben. Aber gerade das ernste Streben nach einem solchen Ziel muß uns immer die Frage wieder vorführen, mit welchen Mitteln und mit welcher Aussicht auf Erfolg wir arbeiten. Der ernste Wille muß uns auch vor der Selbsttäuschung schützen und vor der Gefahr, unsere Wißbegierde durch halbwahre Erklärungen in Schlaf zu wiegen.

Sind nun unsere bisherigen Theorien auch nicht entfernt geeignet, die billigsten Anforderungen an eine logische Folgerichtigkeit und eine wissenschaftliche Erklärung zu befriedigen, ist ferner die Physiologie noch weit entfernt von der Möglichkeit, an ihre Stelle eine neue Lehre aufzubauen, so bleibt uns schon nichts übrig, als getrost in die Trennung der Theorie von der Praxis zu willigen, für letztere uns an die eigene Erfahrung und den kritisch gesichteten Erwerb aus dem überlieferten empirischen Material zu halten, für erstere aber in der Stille mit aller Liebe und Energie zu arbeiten, damit sie dereinst werde, was sie noch nicht ist, eine sich den Naturwissenschaften würdig anreihende Disciplin.

Zu diesem Ziele schließen wir uns an die Physiologie an und wählen sie zur Führerin. Die Physiologie, die Lehre von der Physik der Organismen, Hand in Hand gehend mit der Lehre der Physik der unorganischen Körper, kann nicht dulden, daß man exceptionelle Gesetze aufwirft für einzelne Erscheinungen am lebenden Organismus. Sie verneint den Gedanken, daß die Krankheiten als Wesen eigener Art neben den normalen Lebenserscheinungen hergehen. Sie erkennt das Wesen der Krankheiten nur in Störungen des Mechanismus, in welchem die Lebensfunctionen ihren normalen Ablauf machen.

Wenn also die künftige, und schon begonnene, Richtung einer wissenschaftlichen Heilkunde sich zum Ziele setzt, alle krankhaften Vorgänge in Beziehung und Vergleichung mit den physiologischen zu betrachten, so bedarf es wohl keiner Andeutung mehr über die Nothwendigkeit einer gründlichen physiologischen Bildung für alle diejenigen, welche im Verständnisse mit der Wissenschaft fortschreiten wollen. Wenn wir aber oben die Frage aufwarfen, ob es für die Mehrzahl der praktischen Aerzte und Chirurgen möglich sei, diesen Standpunkt zu erreichen und auf der praktischen Laufbahn inne zu halten, so können wir nur mit nein antworten. Nicht Mangel an Befähigung oder Zeit sollen als Grund dafür angeführt werden, sondern der Stand der Wissenschaft selbst, welcher in seiner Dürftigkeit zu wenig Vereinigungspunkte für die Praxis darbietet. Den wesentlichen Inhalt der physiologischen Lehre muß jeder kennen, der sich mit den Schäden des Organismus befassen will. Alle Anknüpfungspunkte, welche schon zwischen der Heilkunde und der Physiologie gewonnen sind, müssen als Grundfeiler unseres Wissens in Fleisch und Blut übergehen. Aber diesen Anforderungen ist leicht zu genügen. Ihr Umfang ist nicht groß und selbst mäßigen Kräften zugänglich. Nur müssen die Lehrer in Wort und Schrift es verstehen, den Kern der physiologischen Lehren, so weit sie ihren Einfluß ausüben, in den Unterricht der praktischen Heildisciplinen zu verflechten. So wie die Anatomie schon lange in dem Unterrichte über Chirurgie eine Hauptrolle spielt und in innigster Verbindung mit den übrigen Unterrichtszweigen festgehalten wird, so muß der Physiologie

dasselbe Loos zu Theil werden und sie wird sich alsdann nicht weniger dankbar beweisen. So lange sie nur als eine abgegränzte Lehre in den besonderen Vorlesungen oder Handbüchern der Physiologie dem Lernenden zur Hand kommt, schreckt viele das enorme Material von der Hoffnung zurück, daraus einen entsprechenden Nutzen ziehen zu können. Ist aber erst die Erkenntniß dessen, was praktischen Werth hat, eröffnet, dann wird auch das übrige Material leichter und mit mehr Liebe erfaßt und angeeignet.

Was die emporkeimende physiologische Heilkunde zu vermeiden hat, sind die Fehler der herrschenden Theorien und Systeme, denen sie feindlich gegenüber tritt, nämlich das Bauen ohne festen Grund. Sie tritt mit kritischer Schärfe auf, um die Unhaltbarkeit der bisherigen Ansichten zu beweisen. Möge sie für sich denselben Maaßstab festhalten. Wir leben in einer Zeit, wo die Kritik viel schärfer gegen das alte, hergebrachte geübt wird, als gegen das gegenwärtig entstehende. Es ist auffallend, daß nicht selten Geister, welche in der Bekämpfung herrschender Ansichten eine eminente Fähigkeit und ausgezeichneten Scharfsinn beweisen, an die Stelle des alten etwas neues zu setzen suchen, welches sie bei Anwendung derselben kritischen Mittel gewiß selbst verwerfen müßten. Manchen wird dies als ein geringes Uebel erscheinen, da von solchen Köpfen doch immer etwas geistreiches kömmt. Vom Standpunkte der Wissenschaft ist es aber immer doch ein Uebel, denn wir suchen ja nicht Geistreichthum, sondern Wahrheit. Besser, sich dieser vorläufig nur durch negative Elimination des unhaltbaren zu nähern, als sie durch positive Productionen elegant zu umgehen.

Aus dem bisher Gesagten wird es einleuchtend sein, daß der Zweck dieser Blätter nicht sein kann, eine umfassende Kritik der chirurgischen Lehren vom Standpunkte der Physiologie aus zu versuchen. Ganz abgesehen davon, daß der beschränkte Raum ein solches Unternehmen durchaus unmöglich machen würde, finden wir, wie schon gesagt wurde, zu wenig Anknüpfungspunkte, um einen solchen Versuch fruchtbringend durchzuführen. Man könnte bei jeder Materie sehr viel sagen, bei wenigen aber nur mit positiver Sicherheit einen Schritt weiter thun. Deshalb glaube ich mich besser auf einem allgemeineren Standpunkte zu halten und von dort in einzelne Materien überzugehen, um daran zu zeigen, in welcher Weise wir die Physiologie benutzen sollten, um die Theorie und Praxis der Heilkunde zu fördern. Sie bietet uns zwei sehr wichtige Seiten, ihre Methode der Forschung, welcher wir nachstreben, und ihre Ergebnisse, welche wir ausbeuten sollen.

Die erstere Seite können wir nicht genug beherzigen, da wir in der Heilkunde noch unendlich viele Vorurtheile abzustreifen, uns von großen Irrthümern loszureißen haben. Eine Menge von Glaubensartikeln kleben uns an, die wir täglich im Munde führen, die wir aber ernstlich zu vertheidigen kaum unternehmen würden. Selbst die Möglichkeit, sie bei eigenen Beobachtungen zu erhärten oder zu widerlegen, fehlt in vielen Fällen, da bei einer strengen Beobachtung die Combinationen ausgeschlossen werden müssen, welche jenen Sätzen oft zum Grunde liegen. Man denke nur an die Aetiologie und Heilmittellehre, um diese Behauptung wahr zu finden. Zu wesentlichen Fortschritten kann es daher nur führen, wenn wir uns der exacteren Forschungsmethode der Physiologie anschließen. Dies ist die eine Aufgabe der Zukunft. Deshalb halte ich es für so wichtig, daß angehende Aerzte in der Physiologie wenigstens eine Zeit lang praktisch arbeiten. Die physiologischen Institute sind meiner Ansicht nach weniger wichtig wegen der dort zu erwerbenden Detail Kenntnisse, als wegen der Erlernung der physio-

logischen Forschungsmethode. Wer einmal Untersuchungen nach exacten Methoden gemacht hat, erlangt die Fähigkeit, die Treue und Bedeutung dargebotener Beobachtungen zu schätzen. Wer einmal gelernt hat, die Fehlerquellen, welche sich jeder Beobachtung gefährlich machen, zu schätzen und möglichst zu vermeiden, wird vor dem Gedanken erröthen, einer unsicheren Erfahrung Einfluß auf sein Urtheil zu gestatten.

In der Chirurgie haben wir Methoden, rein mechanischer Art, deren Beurtheilung eine hinlängliche Sicherheit zuläßt. Wir stützen uns mit Vertrauen auf dieselben, weil das Princip, auf welchem sie beruhen, das der exacten Wissenschaften ist. Aber wie werden sie in der Praxis angewandt? Wie stellt sich das Vertrauen, welches sie verdienen, zu dem, welches dieselben Methoden in der gewissenhaften Anwendung bei der Chemie, Physik oder Physiologie rechtfertigen? Der Chemiker prüft seine Wage, ehe er seinen Versuch ihrer Zunge anvertraut. Der Physiker prüft sein Barometer, ehe er den Berg hinanklettert. Der Physiolog prüft sein Mikroskop, ehe er seine Beobachtungen damit anstellt, sein Mikrometer, ehe er die Objecte daran mißt. Und wenn sich Fehlerquellen finden, werden Corrections-Tabellen verfertigt, um sie möglichst zu eliminiren. Haben wir unsere Methoden in solcher Weise geprüft?

Die Messungen, welche bei der Beurtheilung verschiedener Krankheiten von großer Wichtigkeit sind, erlauben principmäßig eine hinreichende Genauigkeit. Da man aber nicht daran gedacht hatte, ihre Anwendung in der Praxis methodisch zu prüfen und etwaige Fehlerquellen zu beseitigen, sind sie der Grund mannigfacher Irrthümer geworden. Es wäre bei vernünftiger Anwendung der Methode ganz unmöglich gewesen, daß Generationen lang der Aberglaube hätte herrschen können, daß bei der s. g. Coxalgie in dem früheren Stadium der eine Schenkel effectiv länger sei, als der andere. Statt Theorien darüber zu machen, ob durch Erschlaffung der Muskeln oder Anschwellung des Ligamentum teres, oder Wasseransammlung im Gelenke der Kopf herabgesunken und so das Bein verlängert wäre, hätte jeder Beobachter sich zuerst die Mühe geben sollen, die Genauigkeit seiner Methode zu prüfen, an gesunden Schenkeln eine Anzahl von Messungen anzustellen, die gefundenen Differenzen treulich aufzuzeichnen und so die Größe der Beobachtungsfehler zu ermitteln. Hätte man daneben die Längedifferenzen, welche möglicherweise durch Heraustreten des Schenkelkopfes bis auf den Pfannenrand entstehen können, anatomisch geprüft und bestimmt, so hätte es nicht lange dauern können, bis die Ueberzeugung allgemein Eingang gefunden hätte, daß die Beobachtungsfehler größer seien, als die mögliche Längendifferenz, welche zwischen dem gesunden und kranken Schenkel durch Senkung des Schenkelkopfes herbeigeführt werden könnte. Ich will das benutzte Beispiel etwas näher ausführen. Obwohl dies Capitel durch die Arbeiten der neueren Zeit wissenschaftlich so gut wie erledigt ist, so beweis't doch die tägliche Erfahrung, daß die Erbsünde der Praxis noch nicht damit überwunden ist. Man mißt wie sonst, und baut auf das Ergebniß die Behandlung. Zur Ehre unserer Kunst ist es wohl an der Zeit, auf eine gewissenhaftere Prüfung der Methode zu dringen, hier einer Methode, deren Ausspruch glühendes Eisen im Munde führt.

Vielfach glaubt man noch an eine Verlängerung des im Hüftgelenke erkrankten Schenkels, wobei keine Luxation eingetreten, der Schenkelkopf aber, obwohl noch in der Pfanne stehend, herabgetrieben sei. Die Messung soll darüber entscheiden. Um wissenschaftlich zu Werke zu gehen, muß man

zuerst bestimmen, bis zu welcher Genauigkeit man die Länge des Schenkels bestimmen kann. Natürlich handelt es sich hier nur um eine absolute Messung der Schenkellänge von einem fixen Punkte des Beckens aus. Die Methode, wobei die Differenz der Länge des gesunden und kranken Schenkels durch gegenseitige Vergleichung bestimmt wird, ist von den rationellen Methoden ausgestoßen. Für directe Messung sind als fixe Punkte die spina anterior superior ossis ilium und die Spitze des inneren Knöchels immer noch die besten, wie ich aus vielfachen Versuchen an der Leiche gesehen habe, obwohl die ziemlich große Entfernung die Genauigkeit etwas beeinträchtigt. Um die Größe der Beobachtungsfehler zu bestimmen, habe ich schon vor mehreren Jahren vielfache Messungen dieser Art an Leichen vorgenommen und durch meine Zuhörer vornehmen lassen. Immer wurden von jedem einzelnen an jedem Schenkel 3 Messungen mittelst wenig elastischen Bandes (dessen Dehnbarkeit bei 1 Pfund Belastung $^4/_{10}$''', bei 2 Pfund Belastung $^7/_{10}$''' auf den Fuß betrug) gemacht, und, um jede Täuschung zu vermeiden, immer neues Band genommen und an den Maaßgränzen abgeschnitten. Die gewonnenen Maaßbänder wurden dann an einem Maaßstabe gemessen. Es ergab sich, daß unter je 3 Messungen desselben Schenkels von demselben Beobachter eine Differenz von wenigstens $^1/_4$ Zoll P. M. Statt fand; die größte Differenz der 3 Messungen desselben Schenkels von demselben Beobachter betrug $^1/_2$ Zoll P. M. Die gefundene Längendifferenz beider Schenkel desselben Individuum hielt sich ungefähr in den gleichen Gränzen, doch kamen öfter einzelne sehr abweichende Beobachtungen vor, wodurch die Fehlergränze sich weiter hinausrückte. Die Fehler bei Messung beider Schenkel gruppiren sich um zwei verschiedene Fehlerquellen, erstens bedingt durch die schwer genau zu bestimmenden festen Punkte der Messung und eine ungleichförmige Führung des Maaßbandes; zweitens bedingt durch verschiedene Lage der Extremitäten. Es macht immer einen merklichen Unterschied, wenn die Fußspitze mehr nach innen oder außen rotirt liegt.

Wenn nun bei der Leiche, wo das Object unveränderlich ist und die Messungen mit gehöriger Sorgfalt und Muße gemacht werden können, sich die Beobachtungsfehler auf $^1/_4$ Zoll feststellen, so werden sie an Lebenden bestimmt eher größer als kleiner ausfallen. Nur durch eine größere Anzahl von Messungen, wobei die Maaßpunkte immer wieder mit Genauigkeit von Neuem bestimmt würden, könnte man eine Mittelzahl gewinnen, welche geringere Fehlergränzen enthielte. Ein solcher Weg kann aber in der Praxis schon wegen der Beunruhigung und Störung, welcher der Kranke dadurch ausgesetzt ist, selten eingeschlagen werden. Ich mache die Messungen dieser Art jetzt immer so, daß ich mit einem gefirnißten Leinenbande, dessen Dehnbarkeit bei 1 Pfund Belastung $^1/_5$''', bei 2 Pfund Belastung $^2/_5$''' auf den Fuß beträgt, an jeder Seite 3 Messungen vornehme. Die Gränze jeder Messung wird durch ein Tintestrichelchen angegeben und von diesem aus die folgende Messung begonnen. So kann man nachher die einzelnen Messungen vergleichen und wenn sich zwischen diesen constante Differenzen zeigen, und die Summe der Differenzen beider Seiten den dreifachen einzelnen Differenzen ungefähr gleichkommt, so kann man die Messung als hinreichend gut ansehen und die ganze Differenz der drei und drei Messungen durch drei getheilt als annähernd wahre Längendifferenz annehmen[1].

---

[1]) Ich mache besonders darauf aufmerksam, daß man sich keines Maaßes bedienen darf, auf dem die Maaße angegeben oder die Marquen der vorherigen Messungen zu

Haben wir die Größe der Beobachtungsfehler festgestellt, so ist die zweite Frage, wie groß die Längenveränderung des Schenkels durch eine veränderte Lage des Schenkelkopfes in der Gelenkpfanne möglicherweise sein könne. Denn es handelt sich bei dieser Frage nicht um luxirte Schenkel, sondern um die Verlängerung, welche vor dem dritten Stadium eintreten soll.

Der überknorpelte Gelenktheil des Schenkelkopfes bildet bei Erwachsenen nahe $\frac{2}{3}$ einer Kugel von (im Mittel) 21''' Durchmesser. Das acetabulum mit dem labrum cartilagineum entspricht genau der Form des Kopfes; bei 21''' Durchmesser ist seine Tiefe nahe an 13'''. Wenn demnach der Kopf mehr als 5''' verrückt, tritt ein Segment in die Pfannenapertur, welches sie nicht mehr zu schließen vermag und es ist somit Luxation vorhanden. Das Vorrücken geschieht nach der Axe des Acetabulum, welche mit der senkrechten Körperaxe einen stumpfen Winkel bildet, der beim männlichen Becken gegen 130, beim weiblichen gegen 110 Grad, also dem Winkel des Schenkelhalses beinahe entsprechend ist. Rückt der Kopf nach dieser Richtung 5''' vor, so ist leicht zu bestimmen, wie viel auf die senkrechte Verlängerung des Beines kommt. Es ist eine Größe, die unter die oben bezeichneten Gränzen der Beobachtungsfehler fällt. Auch durch direete Messungen kann man sich davon überzeugen. Präparirt man die Hüftgelenkgegend bis auf die Kapsel rein, bohrt die Pfanne von der Beckenhöhle aus so an, daß man die superficies lunata trifft, (denn in der fossa acetabuli hindern die weichen Gebilde das Eindringen der Luft) und versucht den Schenkel zu luxiren, so wird man keine meßbare Verlängerung zu Wege bringen. Um die Beobachtungsfehler möglichst zu vermeiden, bezeichnet man am besten die Maaßpunkte an der spina anter. super., dem condylus intern. und dem malleolus internus. Oeffnet man nun die Gelenkkapsel in ihrem ganzen Umfange, so tritt der Gelenkkopf mit Leichtigkeit hervor, und man kann die Messungen in jeder beliebigen Lage vornehmen. Zieht man den Kopf so weit hervor, daß er unter dem supercilium acetabuli steht (weiter nach außen läßt ihn das ligament. teres nicht kommen), so erreicht man dadurch keine meßbare Verlängerung. Die Mittelzahlen der Messungen geben keine größere Länge, als wenn der Kopf fest in die Pfanne eingedrückt wird. Allerdings kann man eine Verlängerung von beinahe 1 Zoll hervorbringen, wenn man den Kopf gerade nach unten so weit luxirt, als es das ligament. teres, wenn es gegen 1 Zoll lang ist, erlaubt. Aber eine solche Lage wird sich in der Natur schwerlich je finden, da der Kopf an dieser Stelle nicht den geringsten Halt findet und alle Momente, die Muskelcontraction, die Körperschwere u. s. w. dahin wirken, den Kopf nach oben zu dirigiren. Außerdem müßte eine Zerstörung des Kapselbandes vorhergegangen sein, da dies unten gerade durch eine Duplicatur so kurz und straff angeheftet ist, daß eine Ausdehnung um 1 Zoll sehr unwahrscheinlich sein dürfte.

Auch in Bezug auf die Schenkelverkürzungen muß man bei den Messungen die größte Vorsicht beobachten. Herrscht doch noch hie und da die Meinung, daß s. g. spontane, bei geringfügigen Veranlassungen nach Hüftgelenkleiden eintretende Luxationen ohne große Zerstörungen der festen Gelenktheile und bei unversehrter Gelenkkapsel stattfinden könnten. Auf diese Meinung stützt sich der in den letzten Jahren wieder hervorgezogene und von

---

sehen sind. Man richtet sich unwillkührlich danach. Man muß lernen, sich selbst zu mißtrauen.

mehreren Seiten als erfolgreich gepriesene Versuch der orthopädischen Behandlung spontan luxirter Gelenke, später nach dem Erlöschen der zerstörenden Krankheit. Aber die Beweise für diese Meinung müssen auf einer sicherern Basis dargethan werden, als dies bisher geschehen ist. Die Methode der Messungen muß besonders für die Verkürzungen noch sehr vervollkommnet werden, wenn man ihnen entscheidenden Werth beilegen soll. Die Beobachtungsfehler werden dabei leicht noch viel größer, als bei den eben angeführten Messungen, da bei letzteren wenigstens mehr oder weniger das Glied in gestreckter Richtung gemessen werden kann, was bei verkürzten Schenkeln selten möglich ist. Muß man aber den kranken, sowohl in der Schenkel- als Knie-Buge gebogenen Schenkel, durch Messungen mit dem gesunden vergleichen, so ist es bei dieser Stellung der Extremitäten äußerst schwer, das Maaßband bei beiden genau correspondirend zu führen: geringe Abweichungen geben aber schon große Fehler. Will man die Distanz zwischen Trochanter und Crista ossis ilium als Maaß zum Grunde legen, wie von Einigen geschehen ist, so sind die Fehlerquellen noch größer. Wie kann man die Stellung des Trochanters unter den Muskeln auch nur mit einiger Genauigkeit bestimmen? Wie erhält man einen sichern Punkt an der Crista ossis ilium zum Gegenmaaß? Offenbar ist die Wahl beider Punkte zu sehr der Willkühr unterworfen, um genaue Resultate geben zu können. Aber es tritt noch eine andere Quelle der Fehler bei dieser Art zu messen hinzu. Je nachdem der Schenkel mehr nach Außen oder Innen rotirt ist, verändert sich der Stand des Trochanters zur Crista ossis ilium bedeutend. Stellt man an einem, nach der oben angegebenen Art präparirten Cadaver die Fußspitzen mäßig nach Außen und mißt von der Spitze des Trochanters nach der Stelle des Hüftbeinkammes senkrecht über demselben, so findet man die Dimension um 1 Zoll länger, als wenn man die Messung nach derselben Methode bei einwärts stehender Fußspitze vornimmt. Von der spina ant. sup. ist die Differenz der Entfernung bei beiden Stellungen nur 8'''. Bei der in Frage stehenden Erkrankung des Hüftgelenkes finden wir regelmäßig eine Rotation des Schenkels nach innen, auch wenn keine Luxation stattgefunden hat, und somit, bei Vergleichung mit dem Stande des gesunden Trochanter, eine scheinbare Verkürzung um 8''' bis 1 Zoll, eine Fehlerquelle für alle diejenigen Beobachtungen, welche ohne die obige Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse angestellt sind. Aber auch bei einer sorgfältigen Messung von der spina ant. sup. zum condylus oder malleolus darf man, wenn man ein geringeres Maaß erhält, nicht bestimmt auf absolute Verkürzung des Schenkels schließen. Geringe Verschiedenheiten in der Adduction, Abduction oder Rotation des Schenkels bringen schon Unterschiede in dem Längenmaaße hervor. Ganz besonders aber wirkt die Beugung des Schenkels ein. Die Differenz zwischen Hüftbeinstachel und condylus bei sitzender und stehender Stellung ist gewöhnlich über 3 Zoll. Eine Biegung des Oberschenkels um 30 Grad bringt schon eine scheinbare Verkürzung von 1 Zoll. Mißt man beim künstlichen Skelett die besagte Entfernung und drängt nun das Becken so nach hinten, daß es eine stärkere Neigung zur Horizontalebene macht, so kann man leicht eine Verkürzung zwischen den Maaßpunkten von 8—10 Linien hervorbringen. Nun finden wir bei den besagten Krankheiten regelmäßig eine nicht unbeträchtliche Flexion des Oberschenkels und darin schon bei den Messungen eine Fehlerquelle, welche auf 3/4 Zoll angeschlagen werden kann. Um annähernd richtig zu gehen, sollte man den Beugungswinkel schätzen und fur je 15 Grad einen halben Zoll bei Erwachsenen, bei Kindern nach

dem Verhältniß der Größe etwas weniger, als scheinbare Verkürzung in Abrechnung bringen. Wo aber bei längerer Dauer des Leidens eine Schiefstellung des Beckens in der Art eingetreten ist, daß die kranke Seite mehr zurückgedrängt ist, muß man dies besonders in Anschlag bringen und der scheinbaren Verkürzung durch Schenkelbeugung zu addiren.

Rechnet man alle diese Fehlerquellen zusammen, so ist ersichtlich, daß es wohl Fälle geben kann, in denen die ohne solche Berücksichtigung vorgenommene Messung eine Längendifferenz von 1—1½ Zoll erweisen kann, während der Schenkelkopf dennoch die Pfanne nicht verlassen hat. Ich bin geneigt anzunehmen, daß manche der Fälle, welche man als Beweise gelungener Heilung spontan luxirter Schenkel angeführt hat, hierher gehören. Eine entgegengesetzte Erklärung führt zu anatomischen Annahmen, welche aller Wahrscheinlichkeit widerstreiten. Nehmen wir als Beispiel einen von J. Heine[1]) mitgetheilten interessanten Fall. Bei einem 16jährigen Individuum hatte die Coxalgie in vier Monaten ihre Stadien durchlaufen und war zu einer Verkürzung von ½ Zoll gediehen, als in Folge eines Falles eine zweizöllige Verkürzung eintrat. Eine Versammlung von Wundärzten bestätigte die Diagnose. Die Heilung gelang so weit, daß die Verkürzung gehoben wurde und der Patient nach zwei Monaten einen Weg von vier Stunden zurücklegen konnte. Der Patient starb kurz darauf und so bot sich die Gelegenheit zur Section dieses interessanten Falles. Es zeigte sich, daß keine wesentlichen Zerstörungen in den Gelenktheilen stattgefunden hatten und das Kapselband nicht zerrissen gewesen war. Letzteres fand sich nur schlaff und das ligament. teres statt einen zwei Zoll lang.

Bedenken wir aber, welche Veränderungen des Kapselbandes stattgefunden haben mußten, während der Schenkelkopf zwei Zoll höher stand als im Normalzustande, so gränzt dies fast an's Unglaubliche. Construirt man sich künstlich diese angegebene Stellung und mißt dann die Wege, welche das Kapselband zu machen hätte, so findet man, daß die obere Wand desselben von 1½ auf 4 Zoll und die übrigen natürlich in ähnlichem Verhältnisse ausgedehnt sein mußten. Das ligament. teres hat in demselben Falle einen Weg von 3¼ Zoll zurückzulegen. Ob solche Ausdehnungen beim Hüftgelenke vorkommen können, ist natürlich a priori weder zu verneinen noch zu bejahen. Glaublich ist es kaum und Beobachtungen darüber liegen nicht vor.

Mögen diese Andeutungen genügen, auf die Nothwendigkeit genauerer Messungen bei Gelenkkrankheiten aufmerksam zu machen. Möge man ferner in Zukunft allgemeiner dem Grundsatze huldigen, daß nicht die Messung Aufschluß über die Lage des Gelenkes giebt, sondern ihre wissenschaftliche Schätzung unter Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse. Es sind ja nicht bloß die eben genannten Gelenkleiden, wo diese Methode von so entscheidendem Werthe sein kann, sondern noch viele andere, Luxationen, Fracturen ꝛc. Alle aber erfordern eine mehr methodische Ausführung und durchdachtere Beurtheilung, als ihnen bisher in der Praxis zu Theil wurde.

Aehnlich wie bei den angeführten Beispielen, verhält es sich bei anderen Untersuchungen, wo die Messungen einen bedeutenden Einfluß auf die Beurtheilung haben. So z. B. bei den Untersuchungen der Harnröhre in Bezug auf Stricturen. Man muß sich billig darüber wundern, daß noch Streitigkeiten über den Sitz und die Entfernung der Stricturen vom orificium urethrae geführt werden mögen, wobei die Harnröhrenmündung als

[1]) Ueber spontane und congenitale Luxationen ꝛc. Stuttgard, 1842.

Ausgangspunkt der Messungen angenommen wird. Solchen Angaben wird zwar gewöhnlich der Zusatz beigefügt: bei mäßig gestrecktem Penis. Aber es bedarf wohl nicht der Bemerkung, wie sehr dieses Maaß von der Muskelkraft oder mäßigen Gesinnung des untersuchenden Chirurgen abhängt.

An Leichen hat man oft Gelegenheit Versuche zu machen, welche über die Größe der Beobachtungsfehler deutliches Licht verbreiten. Es kommen oft solche Leichen vor, bei denen die Einführung des Katheters an ein oder anderer Stelle ein beträchtliches Hinderniß erfährt. Nicht immer brauchen dies Stricturen zu sein. Sehr häufig findet man einen Anstoß in der hinteren Vertiefung der pars prostatica der Harnröhre, unmittelbar unter dem orificium vesicae. Solche Leichen habe ich zu den Versuchen benutzt. Zuerst wurde die Entfernung des Hindernisses von der Harnröhrenöffnung theils von mir, theils von einigen meiner Zuhörer wiederholt gemessen, indem der Katheter eingeführt, die Stelle vor der Harnröhrenmündung mit Daumen und Zeigefinger fixirt, und nachher die Messung an einem Maaßstabe vorgenommen wurde. Es kam kein Exemplar vor, wo nicht unter einer Reihe von Messungen die Beobachtungsfehler auf ½ — ¾ Zoll gestiegen wären. Man darf nur kein graduirtes Instrument wählen, oder eine sichtbare Marque an dem Instrumente bei der ersten Messung machen, sonst stimmen die späteren Messungen wunderbar mit der ersten überein.

Um zu sehen, ob man auf andere Weise zu weniger schwankenden Resultaten gelangen könnte, wandte ich eine Methode an, bei der man unabhängig von der variirenden Länge des Penis mißt. Wenn der Katheter bis zu der zu messenden Stelle eingeführt war, wurde die Länge des heraussteheuden Endes vermittelst eines Maaßstabes gemessen, welcher auf den hervorragendsten Theil der Schambeinfuge aufgesetzt wurde. Um mit Bestimmtheit zu wissen, daß die Spitze des Katheters immer dieselbe Stelle berührte, öffnete ich die Bauchhöhle und Blase, und führte das Instrument so weit ein, daß dessen Spitze gerade im orificio vesicae fühlbar wurde. Dann nahm ich die Messung des heraussteheuden Schaftes vor. Wenn diese Messungen mit demselben Katheter gemacht, und der Maaßstab genau auf dieselbe Stelle des Schamberges und in derselben Richtung aufgesetzt wurde, so erhielt ich wohl eine Reihe von Beobachtungen, in denen die Differenz eine Größe von 4‴ nicht überstieg. Eine größere Genauigkeit war aber selbst unter diesen Verhältnissen, wo die meisten Fehlerquellen beseitigt waren, nicht zu erreichen. Werden aber bei dieser Methode Katheter von verschiedener Biegung angewandt, so steigen die Differenzen um ein beträchtliches. Die Fehlergrenzen waren bis zu 6‴, in einigen Beobachtungen bis zu 9‴. Die Ursache hiervon liegt nahe. Während die nach der Harnröhrenkrümmung gebogene Sonde die ganze Länge der Curve giebt, streckt die gradere Sonde die Harnröhre, ohne sie im gleichen Verhältnisse zu verlängeren. Der gerade Katheter findet die Harnröhre kürzer, das Hinderniß näher als der mehr gebogene, vorausgesetzt, daß man nicht durch Anwendung von Gewalt mit ersterem die Blase gegen die Beckenhöhle emporgedrängt hat. Daß dies leicht geschieht, davon habe ich mich durch Beobachtungen überzeugt, wo die Stelle, welche der Einführung ein Hinderniß entgegensetzte, von mehreren übereinstimmend entfernter gemessen wurde, als sich nachher bei geöffneter Bauchhöhle und Einführung des Katheters bis ins orificium vesicae die ganze Länge der Harnröhre zeigte.

Sind somit die Messungen, wo das orificium urethrae als Ausgangspunkt genommen wird, immer sehr trüglich, und giebt es keine Methode, bei

der die Beobachtungsfehler unter 4''' zu bringen sind, so ist leicht ersichtlich, was von den Beobachtungen zu halten ist, welche die Entfernung der Strictur oder dergleichen auf Linien genau angeben zu können meinen, und auf dieses Maaß hin ihre Behandlungsweise gründen. Soll eine Strictur geätzt oder eingeschnitten werden, so hilft uns ein graduirtes Instrument, welches die Tiefe des Eindringens hinter der Harnröhrenöffnung angiebt, sehr wenig. Man kann leicht einen Fehler von 4''' und mehr damit machen. Ich bin überzeugt, daß eine geübte Hand vollkommen so sicher ohne als mit einem graduirten Instrumente arbeitet. Entweder fühlt man die Strictur ꝛc. und dann ist das Messen unnöthig, oder man fühlt sie nicht, und dann bestimmt der Kundige gewiß sicherer durch das Gefühl und nach der Senkung des Schaftes, ob sich die Spitze des Instrumentes in der pars membranacea, prostatica u. s. w. der Harnröhre befindet, als durch Messung von der Spitze des Penis aus. Ist die Operation aber in der pars spongiosa bis zum bulbus urethrae vorzunehmen, so kann von außen her der Finger bestimmen, wie tief das Instrument eingedrungen ist. Doch es kann nicht meine Absicht sein, über die Zweckmäßigkeit einzelner Instrumente zu reden. Ich wollte nur an diesem Beispiele zeigen, daß wir unsere Methoden mit mehr kritischer Schärfe schätzen müssen. Die Zuversicht, mit welcher man Aetzungen und Incisionen in dem Innern der Harnröhre vertheidigt, geht besonders aus der irrigen Meinung hervor, daß man mit einem graduirten Instrumente auf Linien genau die Stelle wieder finden könne, welcher man die Aetzung zugedacht hat.

Die Messungen der Brust, um die relative Weite der beiden Brusthälften zu bestimmen, gelten für unentbehrliche und zuverlässige Grundlagen der Behandlung. Man liest oft, daß die eine Thoraxhälfte um einen halben Zoll, einen Zoll ꝛc. erweitert gefunden sei. Ich hatte mich bei derartigen Messungen schon lange davon überzeugt, daß eine erträgliche Genauigkeit nicht dadurch zu erlangen sei. Versuche an Leichen und vergleichenden Messungen verschiedener Beobachter an Kranken bestärkten mich darin. Um die Genauigkeit der Methode und die Grenzen der Beobachtungsfehler zu bestimmen, machte ich mit einigen Collegen eine Anzahl von Messungen. Die nachfolgende Tabelle enthält die ausgezogenen Resultate. Die Beobachter A. B. C. D. E., alles praktische Aerzte, können als geschickt zu solchen Beobachtungen angesehen werden. Die Beobachtungen selbst wurden mit der größten Sorgfalt vorgenommen. Die zur Messung verwendeten Bänder waren in Schellackfirniß so getränkt, daß sie an leichter Biegsamkeit nicht verloren hatten, dagegen so wenig elastisch waren, daß sie sich bei 1 Pfund Belastung nur 1/6''' auf den Fuß, bei 2 Pfund Belastung nur 2/6''' auf den Fuß ausdehnten. Sie konnten also keine Beobachtungsfehler herbeiführen. Die Differenz des Thoraxumfanges bei In- und Exspiration wurde durch ein Band bestimmt, welches vorn ein paar messingene, mit Theilung versehene Schieberchen trug, deren einer in einem Schlitze des andern lief. Ein zartes Gummiband hielt sie so aneinander, daß es, wenn man die Schieber an einander nach außen vorschob, sich spannte, ohne jedoch einen beträchtlichen Widerstand zu leisten. Bei Belastung von 14 Loth stand es auf 0. Zwei Loth mehr oder weniger bewirkten in der Nähe des Nullpunktes eine Verschiebung um 1'''. Bei stärkerer Ausdehnung wuchs natürlich die Zahl der nothwendigen Belastung etwas, um 1''' Verschiebung zu bewirken, z. B. von 9 auf 10''' gehörten 4 Loth Belastung dazu. Das Bändchen lag aber bequem und man fühlte dabei nicht die geringste Unbequemlichkeit. Wieder-

holte Beobachtungen damit lehrten, daß der Thoraxumfang bei gewöhnlichem Athmen fast nie über eine Linie erweitert und verengt wird, obwohl man bei tiefer Inspiration leicht eine Differenz von 20 und mehr Linien herbeiführen kann. Somit waren die von In- und Exspiration zu erwartenden Beobachtungsfehler gleichfalls nur gering, sicher nicht über 1''' anzuschlagen. Die Messungen selbst wurden so gemacht, daß jeder nach seiner gewohnten Weise sorgfältig vorn und hinten die Mitte bestimmte und durch einen Strich bezeichnete, auch die Richtung, welche das Maaßband nehmen sollte am Thoraxumfange mit Tusch angab. An jeder Thoraxhälfte wurden drei Messungen gemacht und fortlaufend auf dem Bande marquirt. Die Bänder wurden nachher an einem genauen Maaßstabe gemessen und die je drei auf derselben Linie zwischen denselben Punkten gemessenen Längen unter einander (Columne II), so wie mit den drei Messungen der anderen Thoraxhälfte (Columne I) verglichen. Jeder neue Beobachter machte sich seine Messungspunkte natürlich selbst von neuem. So glaubten wir die Fehlerquellen und etwaige Selbsttäuschungen möglichst vermieden zu haben. Die vier gemessenen Individuen 1. 2. 3 4. erfreuten sich der besten Gesundheit und schmeichelten sich mit dem Glauben recht wohl proportionirt gewachsen zu sein.

Beobachter.	I. Differenz beider Thoraxhälften, Mittelzahl aus je drei und drei Beobachtungen.	II. Größter Fehler unter je drei Messungen.	III. Differenz eines Beobachters zwischen beiden Thoraxhälften, kleinste.	größte.
		Individuum 1.		
A.	links 6''' größer.	6'''	½'''	10½'''
B.	» 6''' »	3'''	3'''	8½'''
C.	» 5⅔''' »	2'''	4½'''	7'''
E.	rechts 3''' »	3'''	0	5'''
		Individuum 2.		
A.	links 2½''' größer.	2'''	½'''	4½'''
C.	» 7½''' »	6'''	3½'''	10½'''
D.	» 1⅓''' »	2½'''	0	2½'''
E.	rechts 4''' »	2½'''	1½'''	6'''
		Individuum 3.		
A.	rechts 4¼''' größer.	4'''	1½'''	7½'''
B.	» 4⅓''' »	3'''	2½'''	7'''
D.	» 3⅓''' »	4½'''	0	7'''
		Individuum 4.		
B.	rechts 10''' größer.	2½'''	8'''	12'''
C.	» 7⅔''' »	2½'''	5½'''	9'''
D.	» 10''' »	3½'''	8'''	12½'''

Diese Tabelle enthält die Resultate von 84 genauen Messungen. Wir können daraus folgende Schlüsse, sowohl in Bezug auf die Methode, als auf die zu erwartenden Resultate ziehen.

1. Wenn man mit der größten Sorgfalt von einem vorgezeichneten Punkte am Rückgrath zu einem vorgezeichneten Punkte am Brustbein auf einer mit Punkten bezeichneten Linie mehrere Messungen macht, so erhält man

Differenzen, die zwischen zwei und sechs Linien schwanken. Zieht man das Mittel aus der Columne II., so findet man als wahrscheinlichen Beobachtungsfehler einer Messung einer Thoraxhälfte $3\frac{1}{2}'''$, also über $\frac{1}{4}$ Zoll Da derselbe Beobachtungsfehler sich bei der Messung der andern Hälfte wiederholt, so findet sich eine Unsicherheit von über $\frac{1}{2}$ Zoll allein auf Grund der Beobachtungsfehler.

2. Eine einzelne Messung jeder Brusthälfte, wenn auch noch so genau vorgenommen, kann Beobachtungsfehler bis zu dem Belange von $10'''$ geben. Im Mittel wird man auf einen Fehler von $5'''$ rechnen können, und es ist reiner Zufall, wenn er geringer ausfällt. Dies ergiebt sich aus der dritten Columne.

3. Die größte Schwierigkeit fast besteht darin, die Meßpunkte richtig zu finden. Die Dornfortsätze geben zwar einen guten Anhaltspunkt, doch ist bei der Bestimmung der genauen Mitte ein Fehler von ein paar Linien sehr leicht. Die Bestimmung der Mitte des Brustbeins ist noch schwieriger. Daraus erklärt sich, wie bei den ersten beiden Individuen drei Beobachter die linke, ein Beobachter die rechte Brusthälfte weiter finden konnten, so daß eine Differenz von $9'''$ dabei vorkommt. Daraus die Regel, daß man nur dann seiner Sache einigermaßen sicher sein kann, wenn man nicht nur wiederholt gemessen, sondern auch die Maaßpunkte wiederholt von neuem sorgfältig aufgesucht hat.

4. Unter vier scheinbar wohlgewachsenen, bestimmt gesunden Menschen finden sich unter 84 Messungen drei, bei denen die rechte und linke Brusthälfte von gleichem Umfange gefunden wurde. Die Mittelzahlen aus je 6 Messungen geben immer Differenzen zwischen beiden Brusthälften, die von $1\frac{1}{3}'''$ bis $10'''$ steigen. Bei sorgfältigen Messungen kann man somit nicht auf vorhandene örtliche Leiden, Erguß oder dergleichen schließen, wenn die Differenzen innerhalb dieser Gränzen bleiben. Bei einmaligen Messungen wird eine Differenz von 1 Zoll noch nichts beweisen.

Ich habe es für nicht überflüssig gehalten, das Vorstehende etwas ausführlicher mitzutheilen, als ein Beispiel, wie wir, meiner Ansicht nach, unsere Methoden wissenschaftlich prüfen sollten, ehe wir uns ihnen anvertrauen. Eine solche Art der Prüfung läßt eine Genauigkeit zu, wie wir sie am Krankenbette aus leicht begreiflichen Gründen nicht leicht anwenden können. Wer diese Versuche einmal wiederholt hat, wird wissen, in wie weit er sich auf mitgetheilte Beobachtungen aus der Praxis verlassen kann.

Bis hierher habe ich eine Seite verfolgt, bei der wir uns mit Leichtigkeit an die Methoden der exacten Wissenschaften anschließen können. Ich darf wiederholen, daß es nicht meine Meinung gewesen ist, durch die angeführten Beispiele die Methoden selbst wesentlich zu fördern; dazu bedarf es umfassenderer Voruntersuchungen. Ich benutzte nur die angeführten Beispiele, um an ihnen zu zeigen, daß man bisher nicht mit der gehörigen Kritik zu Werke gegangen ist und, um wirklich wissenschaftlich zu verfahren, mit viel größerer Schärfe und Mißtrauen gegen die Beobachtungsmittel, und die darauf basirten Beobachtungen sich ausrüsten muß. Dies war leicht bei denjenigen Methoden nachzuweisen, welche auf der Anwendung mechanischer Mittel beruhen .Viel schwerer ist es bei den übrigen diagnostischen Methoden. Es fehlen uns hier die Vergleichungspunkte, nach denen wir die Richtigkeit der Methoden beurtheilen können. Nur im Allgemeinen darf man behaupten, daß die Untersuchungsmethoden um so exacter ausfallen werden, je näher sie sich an die Methoden der Physiologie und deren Hülfswissenschaften anschlie-

ßen. Man stelle nur bei irgend einem beliebigen Leiden einmal speciell die Fragen, welche man beantwortet haben müßte, um klar in die Natur des Uebels zu schauen, und man wird einsehen, wieviel des Einfachsten noch unbeantwortet ist, wieviel selbst an den gewöhnlichsten Fällen zu lernen und wie weit eine klare Erkenntniß des Uebels entfernt ist von der Kenntniß, durch welche wir uns schon berechtigt fühlen, handelnd dagegen aufzutreten. Doch genug davon. Dieser Weg geht sehr weit, und wir können nur ermahnen, ihn von allen Seiten zu betreten, nicht die Früchte zeigen, denen er zuführen wird.

Ich sagte oben, daß der Einfluß der Physiologie sich theils durch Verbesserung unserer Methoden, theils durch Anwendung ihrer gewonnenen Resultate auf die Heilkunst geltend machen werde. Diese letzte Art des Einflusses ist schon in vielen Kreisen der Heilkunde sehr fühlbar geworden, aber ich möchte glauben, daß doch noch viel für uns benutzbares Material in der Physiologie vorgearbeitet sei, welches seinen Einfluß noch nicht geübt hat. Nicht als ob es nicht schon von den ausgezeichneten Köpfen erkannt und besprochen wäre. Aber es ist noch nicht zum praktischen Gebrauche verarbeitet, wenigstens bei der Mehrzahl der Praktiker noch nicht eingebürgert. Es wäre ein unausführbares Unternehmen, das ganze Gebiet der Chirurgie von diesem Standpunkte aus zu beleuchten und die Lehren an den physiologischen Gesetzen zu messen. Aber in einigen Hauptzügen wird es erlaubt sein, darzuthun, was die Physiologie für die Chirurgie gethan hat und zu thun vermag.

Die Entzündung ist die Seele der Chirurgie, ihr Feind und ihr Bundesgenosse, das Feuer, welches entfesselt, Nasen und Lippen verzehrt, wohlgeleitet aber dem Meister das Material und den Leim zu seinen Neubauten schafft. Vergleicht man die früheren Entzündungslehren mit der jetzigen, seit die Physiologie mit dem Mikroskope in die Geheimnisse einzudringen gelernt hat, so wird man einen wesentlichen Fortschritt nicht verkennen. Früher war die Entzündung eine Krankheitsspecies, welche sich durch Röthe, Hitze, Geschwulst und Schmerz charakterisirte. Ging man weiter, so machte man complicirte Definitionen, die, so umfassend sie auch angelegt werden mochten, theils nicht alles erschöpften, theils Theoreme in sich schlossen, die durch keine Beobachtungen gelehrt wurden. Wir sind endlich glücklich dahin gekommen, auf solche Definitionen zu verzichten. An der Stelle solcher summarischer Vorstellungen sehen wir jetzt im Geiste, wenn wir von Entzündung reden, den Ablauf sinnlich vorstellbarer Vorgänge, die als Modificationen und Störungen physiologischer Vorgänge aufgefaßt werden können. Wir sehen mit mehr oder weniger Bestimmtheit die Gliederung der Einzelvorgänge, aus denen das ganze Bild sich zusammensetzt und erkennen so, daß ein Theil der Erscheinungen in die Wirklichkeit treten kann, der dann nicht ein Theil der Entzündung, sondern ein für sich bestehendes abgerundetes Ganzes ist. Wir werden dann klar darüber, weshalb der Begriff von Entzündung so ungebührlich ausgedehnt ist, daß darunter sowohl eine klare Auffassung der Zustände, als ein Verständniß der Therapie leiden muß.

Gliedert man die bei der Entzündung zu beobachtenden Phänomene, so findet man, daß die physiologischen Vorgänge eine stufenweise zunehmende Abänderung erleiden, bis das Endresultat erzielt ist, daß aber die verschiedenen Stufen auch als selbstständige Zustände auftreten und bestehen können. Dies letztere festzuhalten, die einzelnen Stufen als selbstständige Vorgänge zu nehmen und nur dann als Uebergangsglieder zur Entzündung zu betrach-

ten, wenn sie wirklich zur Entzündung führen, scheint mir für die Pathologie und Therapie von der größten Wichtigkeit.

Die Vorgänge selbst sind bekannt genug. Mit Uebergehung der oft fehlenden, immer mehr oder weniger rasch vorübergehenden Gefäßverengerung sind es folgende.

1. Die arteriellen und Capillargefäße einer größeren oder kleineren Stelle erweitern sich und nehmen mehr Blut, als vorher, auf. Congestion.

2. Die Wandungen der ausgedehnten Gefäße erhalten eine vermehrte Permeabilität für das Blutserum, welches in die umgebenden Theile austritt. Gleichzeitig geräth das Blut in den Gefäßen häufig ins Stocken. Stase, nach Einigen hydrops acutus, oedema.

3. Die Gefäßwandungen werden für das ganze Blutplasma permeabel, welches ins Parenchym austritt und durch Festwerden des Faserstoffes Exsudate bildet. Vollendete Entzündung.

Congestion. Wenn ich oben sagte, daß sich bei der Congestion die Gefäße erweiterten, nicht passiv erweitert würden, so ist dieser Ausdruck zwar nicht rein aus den Resultaten der Beobachtung abzuleiten, indem wir sie nur weiter werden sehen; aus gewissen Schlußfolgerungen aber sind wir zu diesem Ausdrucke berechtigt. Es liegt der Grund der Ausdehnung entweder in dem vom Blute ausgeübten Drucke, oder in der veränderten Contractivkraft der Gefäße. Im ersteren Falle ist die Ausdehnung passiv, im zweiten activ, vom Rande der Gefäßwandungen aus betrachtet. Wir wollen die Sache rein mechanisch ansehen, da ja die Physiologie die Aufgabe hat, den mechanischen Gesetzen, so weit sie auf den Organismus ohne Zwang anwendbar sind, volle Geltung zu verschaffen.

Der Druck, welchen die Gefäßwandungen tragen, ist ein Product der Propulsivkraft und des Widerstandes, welcher dem freien Abflusse des Blutes entgegensteht.

Die Ausdehnung (das Caliber) des Gefäßes ist proportional der Differenz zwischen dem Drucke des Blutes und der Contractivkraft des Gefäßes.

Untersuchen wir nun die Bedingungen, unter welchen die Ausdehnung wachsen kann, so sind dies nur zwei: wachsender Druck oder verminderte Contractivkraft.

Der Druck könnte wachsen, 1) wenn es möglich wäre, daß das Blut mit vermehrter Kraft vom Herzen her in die entsprechenden Arterien eindränge. Dies ist aber ohne vorherige Erweiterung der zuführenden Gefäße nicht möglich, denn der vom Herzen ausgeübte Druck verbreitet sich nach hydraulischen Gesetzen gleichmäßig und den Querschnitten der sich theilenden Gefäße entsprechend über das ganze Gefäßsystem. Vermehrte Propulsivkraft könnte allgemeine Congestion, nicht aber örtliche veranlassen.

2. Der Druck könnte wachsen, wenn der Widerstand an der Stelle der Congestion vermehrt wäre. Mechanische Vorrichtungen zu einem solchen Ergebnisse finden wir nicht. Wir sehen die Gefäße weiter werden, aber nichts, was den Abfluß hemmt. Man hat deshalb zu der Erklärung seine Zuflucht genommen, daß eine vermehrte Anziehung zwischen Substanz und Blut stattfinde. Wir wollen sehen, ob dies eine Gefäßerweiterung durch Vermehrung des Widerstandes möglich macht.

Man denkt sich, daß das Blut durch eine anziehende Kraft, welche von der umgebenden Substanz ausgeübt wird, gleichsam festgehalten wird, stockt, die Passage verschließt, und so dem nachdringenden einen vermehrten Wider-

stand entgegensetzt. Man erklärt sich hieraus die große Verlangsamung, ja Stockung des Blutes in den Zuständen der Stase und Entzündung. Man hat diese Annahme gewählt, weil man sie für die einzig mögliche zur Erklärung der beobachteten Thatsachen hielt. Aus physikalischen Gründen scheint aber eine solche Erklärung unzulässig. Wirkt auf einen in Bewegung befindlichen Körper oder Strom an irgend einer Stelle, die außerhalb seiner Bahn liegt, eine constant anziehende Kraft, so wird die Bewegung eine zunehmend beschleunigte bis zu dem Anziehungspunkte hin, nachher eine abnehmende, bis sie wieder ihre ursprüngliche gleichmäßig fortschreitende Größe erreicht hat. Von einem vermehrten Widerstande oder gar Stillstande kann da gar nicht die Rede sein, weil die anziehende Kraft, so lange sie in der Richtung der bestehenden Bewegung wirkt, dieser eben so viel addirt, als sie ihr nimmt, wenn sie in einer derselben entgegengesetzten Richtung wirkt. Das Pendel würde stillstehen, die Erde in der Sonnennähe festgebannt bleiben, wenn dieser Satz nicht richtig wäre. Und ich sehe nicht, welche Gründe das Gesetz, nach dem sich die Welten bewegen, für den Organismus ungültig machen sollten.

Man könnte einwenden, daß diese an und für sich richtigen Sätze nur da ihre Anwendung finden, wo eine absolute Freiheit der Bewegung stattfindet, nicht aber, wo Bewegungshindernisse, wie Reibung u. dgl. m. vorhanden sind. Deshalb steht das Pendel schließlich in der Richtung der anziehenden Kraft stille, deshalb bleiben Eisenfeilspähne, die man an einem Magneten vorbeifallen läßt, an demselben hängen. Ich lasse diesem Einwand sein Recht, gebe aber zu bedenken, daß man alsdann die Reibung als sehr groß und die anziehende Kraft als sehr mächtig annehmen muß. Beides möchte man aber wohl schwerlich bei der in einem entzündeten Theile stattfindenden Bluteirculation anzunehmen geneigt sein. Wäre die supponirte Anziehungskraft der Substanz zum Blute mehr als eine zur Erklärung ausgesonnene Hypothese, so würde man zur Erklärung dieses bedeutenden Effectes wohl zu diesen weiteren Annahmen schreiten müssen. Da sie aber nur Hypothese ist, so vermehrt die Nothwendigkeit der genannten unwahrscheinlichen Hülfshypothesen ihre eigene Unwahrscheinlichkeit.

Haben wir somit in den beiden Factoren des Druckes, d. i. Propulsivkraft und Widerstand, keine Veränderungen auffinden können, welche die Erweiterung der Gefäße bedingen könnten, so bleibt nichts übrig, als das andere Glied der Gleichung darauf anzusprechen, den Grund in veränderter Contractivkraft der Gefäße zu suchen. Die Ansichten haben sich in neuerer Zeit mehrfach in dem Punkte vereinigt, daß der Mechanismus der Caliberveränderung der Gefäße in einer größeren Contraction oder Erschlaffung der Zirkelfaserhaut der Arterien zu suchen sei, nur fand man in der Erklärung der Erschlaffung, als activen Vorganges, Schwierigkeiten. Bei der Entzündung konnte man zur Noth die erste, in manchen Fällen beobachtete, Contraction der Gefäße, welche der Congestion vorherging, als einen Grund der nachher durch Ueberreizung erklärlichen Erschlaffung ansprechen. Aber was ist am Ende durch dieses Wort Ueberreizung erklärt, und wie manche Zustände zeigen eine Gefäßerweiterung ohne vorhergehende Contraction! Bei der gewöhnlichen Congestion weiß man nichts von vorhergehender Gefäßverengerung; dem Erröthen geht kein Erblassen vorher, der Erection kein Schrumpfen des Gliedes. Die Erklärungsschwierigkeit lag darin, daß wir auf einen Nerven- oder sonstigen Reiz immer contractive Bewegung muskulöser Organe als ihre eigenthümliche Lebensäußerung erwarteten. Einen neuen Weg haben

uns nun die wichtigen Entdeckungen von Ed. Weber (s. dieses Handwörterbuch: Muskelbewegung) gezeigt. Das Herz steht unter dem Einflusse zweier Nervensphären. Die eine besorgt die Contractionen, die andere hindert sie. Bei Reizung des n. vagus steht das Herz still und zwar in Erschlaffung. Nun wird man sich dadurch wohl nicht veranlaßt fühlen, die Erschlaffung selbst als einen activen Vorgang, der Contraction entgegengesetzt, von einem reizenden Einflusse des n. vagus abzuleiten. Man wird vielmehr in dem n. vagus eine Art Aushebeapparat erblicken, welcher durch seinen Einfluß die Wirkung der sympathischen Nerven von den Muskelfasern ableitet und so jeden Grund der Contraction tilgt. Was aber für das Herz gilt, kann auch für das übrige Gefäßsystem gelten. Zwar hat derselbe Beobachter neuerdings (Müller's Archiv 1847 Nr. II.) durch die Wirkung des Rotationsapparates kleine Arterien in anhaltende Contraction versetzt, worauf denn Erweiterung und Stase bei längerer Einwirkung folgten. Dies schließt aber die Möglichkeit nicht aus, daß derselbe Reiz primär Erschlaffung bewirken würde, wenn man die Stelle kennte, wo man ihn zu applicieren hat. Die directe Reizung des Herzens vermehrt ja auch dort nur die Contractionen, während sie an der richtigen Stelle angebracht, die Contraction lähmt. Wir haben den ersten Schritt zur Erforschung der Reflexerscheinungen im Gefäßsysteme jetzt gethan und die trefflichen Forscher, welche uns mit diesen Entdeckungen beschenkt haben, werden uns gewiß bald weiter helfen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Empfindungsnerven, wie sie combinirte Reflexbewegungen in willkührlichen Muskeln begründen, so auch Bewegung fördernd oder hemmend auf die Nervensphären der Gefäßmuskeln einwirken können. Locale Capacitätsvermehrung der Gefäße tritt ja so leicht in Begleitung des Schmerzes ein. Ubi irritatio ibi aflluxus. Wenn bei einem kleinen aber schmerzhaften Nagelgeschwüre die Arterien der leidenden Seite bis zur Achselhöhle hinauf stärker klopfen und sich größer anfühlen, als an der anderen Extremität, so giebt es dafür keine andere Erklärung, als eine, durch die sensitiven Nerven indirect vermittelte Erschlaffung der Zirkelfaserhaut. Deshalb könnten vielleicht Versuche Aufschluß verschaffen, bei denen die peripherischen sensitiven Nerven gereizt und in der Nähe die Gefäße beobachtet würden. Bei früheren Versuchen dieser Art war es unvermeidlich, daß sich der galvanische Strom über zu weite Strecken ausbreitete. Die Resultate werden auf Weber's Art sehr viel reiner gewonnen werden.

Den Ausdruck activer Expansion können wir immer nur im Gegensatze gegen die von vermehrtem Blutdrucke entstehende passive Expansion rechtfertigen. Es ist nur ein Verlust der Contraction, aber, unserer Ansicht nach, bedingt durch einen Nerveneinfluß, der dem die Contraction verursachenden entgegengesetzt wirkt.

Betrachten wir somit den vermehrten Blutzufluß bei der Entzündung als eine Folge der durch Erschlaffung der Zirkelfaserhaut in den zuführenden Arterien hervorgebrachten Calibererweiterung dieser Gefäße, so knüpft sich daran fast von selbst die Folgerung, daß dieser Vorgang nicht specifisch zu den Entzündungserscheinungen gerechnet werden kann. Die Congestion ist ein Glied für sich, entweder ganz und gar unabhängig von Entzündung, oder in so fern ein Uebergangsglied zur Entzündung, als letztere ohne Congestion nicht füglich entstehen kann. Man pflegt wohl zwischen einfacher und entzündlicher Congestion zu unterscheiden, indem man der ersteren die Tendenz einer weiteren Entwickelung abspricht, der letzteren zulegt. Ohne die Kenntniß specifischer Unterschiede ist man aber wohl schwerlich dazu berechtigt.

Solche Merkmale findet man aber nicht, weder in der Intensität noch in der Dauer. Es giebt Entzündungen ohne intensive Congestion und sehr intensive Congestionen ohne Entzündung. Letzteres lehren die Zerreißungen der Gefäße, wo apoplektische Ergüsse bei Hirn- und Lungencongestion, Ekchymosen bei Augencongestion, Blutextravasate in die Augenlider bei Keuchhusten, entstehen. Die Dauer der Congestion kann gleichfalls bei Entzündungen sehr kurz, bei reinen Congestionen sehr lang sein, ohne Entzündung herbeizuführen. Freilich nennt man dann solche Congestionen oft Entzündungen, aber mit Unrecht. Wo sich nichts zeigt, als Gefäßerweiterung, da ist auch nichts als Congestion. Aber freilich können dabei die s. g. Cardinalsymptome der Entzündung vorhanden sein. Schmerz, Röthe und erhöhte Wärme, seltener freilich Geschwulst, kann in einem reizbaren Auge durch ein hineingekommenes Stäubchen veranlaßt werden. Es sind gewiß wenige, welche dies eine traumatische Augenentzündung nennen würden, während man doch denselben Zustand, wenn nicht eine solche momentane Schädlichkeit eingewirkt hat, als katarrhalische, rheumatische Augenentzündung bezeichnet. Wo kein plastisches Exsudat ist, ist keine Entzündung, und nur der Mißbrauch des Wortes hat der Entzündungslehre zu der Verwirrung verholfen, in der sie sich befindet. Ein Augenschnupfen ist keine katarrhalische Augenentzündung, so wie Nasen- und Bronchialkatarrh kein Merkmal der Entzündung zeigen. Augenkatarrh verhält sich zur Augenentzündung, wie Luftröhrenkatarrh zu Croup.

Man sollte sich deshalb darüber verständigen, die Congestionserscheinungen, mögen sie selbstständig auftreten, oder der Entzündung vorangehen, immer als einen besonderen pathologischen Vorgang von der Entzündung streng geschieden zu halten. Bei der Betrachtung der Therapie werden wir sehen, daß dies zum Verständniß der gebräuchlichen Heilmethoden durchaus nothwendig ist.

2. Stase. Das Charakteristische dieses Zustandes ist das vermehrte Durchschwitzen des Blutserums durch die Gefäßwandungen. Dem Secret ist kein Faserstoff beigemischt, deshalb entstehen keine plastische Ablagerungen, sondern das Secret kann einfach durch den Rücktritt in die Gefäße, wenn deren normale Circulation hergestellt ist, wieder entfernt werden; es findet einfache unmittelbare Aufsaugung Statt.

Auch diesen Zustand kann und sollte man streng von der Entzündung trennen. Man würde dadurch an Klarheit sowohl für die Pathologie als Therapie gewinnen. So gewiß es ist, daß Stase häufig nur als Uebergangsglied zur Entzündung auftritt, oder daß sie mit vollendeter Entzündung combinirt ist, indem ein Theil des Gewebes noch mit Blutserum getränkt ist, während in einem anderen schon plastische Ablagerungen vor sich gehen, — ebenso bestimmt bleiben einige Krankheiten regelmäßig auf dem Standpunkte der Stase stehen, ohne zu Entzündungsproducten zu führen. Alle die s. g. Entzündungsformen, welche ihren Sitz oft rasch wechseln, als parotitis, acute Gelenkrheumatismen, Rose und viele andere gehören hierher. Ebenso die s. g. Entzündungen der serösen Höhlen, bei denen im Exsudate und an den serösen Flächen sich keine Flecken und andere feste Exsudate finden. Während also die Stase selbstständig bestehen kann, ist sie auch nicht einmal ein nothwendiges Glied in der Reihe der Entzündungserscheinungen, denn die Entzündung kann in kürzester Zeit mit plastischer Exsudatbildung auftreten, wo gar kein Grund vorliegt, vorhergegangene Stase anzunehmen. Ich darf nur an diejenigen Entzündungsformen erinnern, deren Zertheilung fast jedesmal mißlingt, Furunkel u. dgl. Also Grund genug, eine Trennung von Stase und Entzundung festzuhalten. Es ist eine sehr eigenthümliche Sache um

dieses copiöse Durchschwitzen des faserstofflosen Serum durch die Gefäßwandungen, besonders wenn man nicht annehmen will, daß im Normalzustande auch nur das Serum, nicht das Blutplasma, die Gefäßwandungen durchdringt, um das Parenchym zu tränken. Dieser letztere Punkt ist noch unerledigt und gewiß schwer zur Entscheidung zu bringen. Aus dem Parenchym der Organe ist es nicht möglich, das tränkende Fluidum ohne Blutbeimischung zu erhalten, also zu bestimmen, ob Faserstoff darin enthalten ist, oder nicht. In den normalen Höhlen, welche bei Lebzeiten Flüssigkeit enthalten, findet sich kein Faserstoff. Der Glaube, daß der Faserstoff vorzugsweise zur morphologischen Regeneration der Gewebe bestimmt sei, entbehrt aller beweisenden Begründung. Die Proteinverbindungen des Serum können diese Bestimmung ebenso gut erfüllen. Wenn man annehmen wollte, daß im Normalzustande durch Exosmose nur Blutserum aus den Gefäßwandungen austräte, dann würde das Auftreten der Stase weniger abnorm erscheinen, da man dann nur eine Vermehrung der normalen Function darin erblicken könnte, eine quantitative Veränderung der stets vorhandenen Permeabilität. Nimmt man aber an, daß im Normalzustande Blutplasma das Parenchym tränkt, dann wird es um so räthselhafter, wie ein abnormer Zustand, bei dem die Permeabilität für das Serum vergrößert, für den Faserstoff verringert ist, sich zwischen die normale Exosmose und die qualitativ unveränderte, quantitativ vermehrte Exosmose des Blutplasma bei der Entzündung einschieben kann. Ich neige mich zu der ersten Ansicht und sehe in der Stase eine vermehrte Exosmose der, auch im Normalzustande faserstofflosen, das Parenchym tränkenden Flüssigkeiten. Permeabilität für Blutplasma charakterisirt die Entzündung. Gern erkenne ich dabei, daß die beizubringenden Gründe nicht hinreichen, mehr als eine subjective Ueberzeugung zu begründen.

Eine wichtige Frage bei der Stase ist die, auf welche Weise die Blutstockung in den Gefäßen zu Stande komme, da doch keine Gerinnung der Blutmasse erfolgt und ein mechanisches Hinderniß nicht zu erkennen ist. Bekanntlich sind verschiedene Erklärungsversuche gemacht, ohne die Sache zur definitiven Entscheidung zu bringen. Gegen die Anziehung der Substanz zum Blute habe ich mich oben erklärt. Aus den Beobachtungen hat sich mir eine Ansicht aufgedrängt, welche ich wenigstens zur Prüfung vorlegen möchte. Hat man z. B. das Mesenterium des Frosches unter dem Mikroskope und beobachtet das Beginnen der Stockung, so sieht man in demselben Maaße, als sich die Gefäße ausdehnen, die Blutkörperchen sich häufen, an einander drängen und gleichsam festklemmen, während gleichzeitig die Oberfläche des Mesenterii von der ausgeschwitzten Flüssigkeit überschwemmt wird. Mir machte es immer den Eindruck, als ob das Blut stocke, weil die flüssigen Theile aus den Gefäßwandungen austreten. Dies würde eine genügende Erklärung begründen. Das Blut besteht aus einem flüssigen und festen Theile. Auf der Reibung der festen Körperchen an den Gefäßwandungen beruht vorzugsweise der Widerstand, den das Blut bei der Circulation im Capillargefäßsysteme findet. Die Leichtflüssigkeit des Blutes muß also in demselben Verhältnisse zu und abnehmen, in welchem das Verhältniß der Blutflüssigkeit zu der Menge der Blutkörperchen zu- oder abnimmt. Geht somit an einer Stelle eine verhältnißmäßig große Menge Serum durch Exosmose verloren, so wird das Blut an dieser Stelle schwerflüssiger und kann zu Stockung Veranlassung geben. Dies Mißverhältniß kann nicht durch das nachdringende Blut verbessert werden, denn das führt Flüssigkeit und Körperchen in dem normalen Verhältnisse heran. Ein Theil der Flüssigkeit geht wieder

durch Exosmose verloren; ein anderer Theil arbeitet sich leichter, als die mitanschwemmenden Blutkörperchen zwischen den Lücken der eingekeilten Blatkörperchen durch: die festeren Blutkörperchen bleiben aber liegen und vergrößeren die Stockung bis zu dem nächsten Collateralaste, welcher nicht zu dem Bereiche der afficirten Stelle gehört. Gegen diese Ansicht könnte vielleicht eingewendet werden, daß der Flüssigkeitsverlust durch Exosmose nicht bedeutend genug sei, um diese Wirkung zu erklären. Man bedenke aber, daß die Gefäßchen, welche wir so direct beobachten können, sehr klein sind, daß der Blutumlauf schon an und für sich daselbst manche Schwierigkeiten zu überwinden habe, daß also eine auch an und für sich nicht übergroße Verminderung der Leichtflüssigkeit wohl die Bewegungshindernisse bis zu dem Maaße steigern kann, daß partielle Stockung eintritt. Einmal eingeleitet, dehnt sie sich dann aber leicht weiter aus.

3. Vollendete Entzündung ist nie ohne ein Product, welches durch festwerdendes Plasma Ursache zu den s. g. Entzündungsausgängen giebt. Ich habe darauf gedrungen, die vollendete Entzündung von den Uebergangsstadien, der Congestion und Stase getrennt zu halten. Den Anhaltspunkt giebt immer das Product, das plastische Exsudat. Es ist hier nur ein Punkt zu berücksichtigen, welcher in manchen Fällen eine Unterscheidung zwischen Stase und Entzündung unmöglich machen könnte. Kann nämlich das ergossene Plasma längere Zeit außerhalb der Gefäße flüssig bleiben und entweder nachher unmittelbar resorbirt werden, oder seinen Faserstoffgehalt durch Ueberführen in Körnchenzellen oder Eiterkörperchen verlieren, so daß es gar nicht zur Gerinnung kommt, dann ist in diesen Fällen keine Unterscheidung zwischen Stase und Entzündung möglich. Solche Fälle finden sich nun in der Form des fibrinösen Hydrops und es ist deshalb nicht unmöglich, daß auch bei wirklich entzündlichen Ausschwitzungen im Parenchym das Plasma eine Zeit lang flüssig bleiben könne. Für diesen Fall müssen wir alsdann auf eine Diagnose zwischen Stase und Entzündung verzichten, dürfen aber in Bezug auf die Prognose beiden dieselbe Resorptionsfähigkeit zuschreiben.

Die s. g. Entzündungsausgänge haben mit der Entzündung nichts mehr gemein; letztere ist mit der Bildung des Exsudates geschlossen. Die Veränderungen des Exsudates hängen von ganz neuen Einflüssen ab, die zwischen vollkommen chemischer Zersetzung (Brand) und vollkommen normaler physiologischer Neubildung (Zellstoffbildung, Nervenfaserbildung, Knochenbildung ꝛc.) sich stufenweise verfolgen lassen.

Ich habe diese kurze Uebersicht der Entzündungslehre voranschicken müssen, um einen Standpunkt zu gewinnen, von dem aus sich die specielle chirurgische Entzündungslehre mit der allgemeinen physiologischen vergleichen ließe. Bei solcher Vergleichung fällt es alsbald auf, daß in Praxi sehr vieles als Entzündung angesprochen wird, was die hier hervorgehobenen Merkmale gar nicht zeigt, und daß die Behandlung durch ihre Verschiedenheit die Annahme zu rechtfertigen scheint, daß wirklich verschiedene Zustände zu behandeln seien und ihnen nur der Collectivname Entzündung gemeinschaftlich gehöre. Analysiren wir diese Zustände genauer, so finden wir, daß die verschiedenen Entzündungsarten sich vorzugsweise darin unterscheiden, daß von den oben genannten Gruppen, Congestion, Stase, Entzündung die eine oder die andere vorherrscht, oder daß sie gleichzeitig neben einander hergehend, ein gemischtes Bild geben. Da aber die Praxis jedes einzelne Glied schon als Entzündung bezeichnet, ist leicht ersichtlich, weshalb eine Begriffsverwirrung eintreten mußte. Eine leichte Hautröthe durch oberfläch-

liche Verbrennung ist Entzündung. Bilden sich Blasen, so ist die Entzündung stärker. Tritt Eiterung ein, so ist es wieder ein noch höherer Grad von Entzündung. Ist es nicht zu einleuchtend, wie willkührlich man hier mit der Natur verfährt, zu schlagend, daß solchen verschiedenen Erfolgen auch ganz verschiedene physiologische Processe zum Grunde liegen müssen? Kann man Congestion, Stase, Entzündung als ganz getrennte Zustände besser neben einander sehen, als hier? Wenn die glandula parotis mit ihrer Umgebung in wenigen Stunden eine enorme Anschwellung zeigt, die aber auch plötzlich wieder verschwinden kann, — wenn dieselbe Drüse unter anderen Umständen allmählig anschwillt und allen Vertheilungsversuchen zum Trotz in Eiterung übergeht, so nennt man beides parotitis, beides ist dem Chirurgen Entzündung. Wenn ein Auge Jahre lang unter den Erscheinungen von Röthe, Schmerz, Lichtschen u. s. w. leidet, ohne schließlich wesentlichen Schaden zu nehmen, ein anderes binnen wenigen Tagen durch Eiterung verloren geht, so nennt man beides Entzündung, das eine chronische, das andere acute. Man hat in neuerer Zeit darauf gepocht, sich in der Systematik der Pathologie den Naturwissenschaften anzuschließen. Aber in der beschreibenden Naturgeschichte würde es sicher Niemandem einfallen, zwei so differente Species unter demselben Namen zu begreifen, oder zwei ganz verschiedenen Thieren dieselbe Entwicklungsgeschichte zuzumuthen. In der That aber kennt auch nur das System diese Identität; die Praxis ist in sofern viel weiter, als sie zwar das Wort gebraucht, aber durch die verschiedene Behandlung der Zustände zeigt, daß sie dieselben als verschieden erkennt. Dieser Weisung müssen wir auch im Systeme folgen, müssen von den schematischen Begriffen ablassen und in jedem speciellen Vorgange eben nur die Art der Abnormität in ihrem Verhältnisse zum physiologischen Vorgange zu erkennen suchen. In dem Haufen der Entzündungen müssen wir schichten zwischen Congestionen, Stasen und wirklichen Entzündungen, und wo diese Zustände nicht rein auftreten, jedem derselben wenigstens den Antheil zuzuweisen suchen, den er wirklich nimmt.

Es ist hier nicht der Ort, dieses weiter auszuführen, da dies Thema über die Gränzen dieses Aufsatzes weit hinausführen würde. Es möge mir nur noch erlaubt sein, einen Blick auf die Therapie der Entzündung zu werfen und zu untersuchen, ob auch ihr aus einer richtigen Auffassung der physiologischen Verhältnisse und den daraus zu ziehenden Folgerungen Nutzen erwachsen könne, oder ob wir eine theoretische Anordnung in die gewöhnlich angewandten Heilmittel bringen können. Waren die aus der Beobachtung entnommenen Vorgänge bei der Entzündung richtig aufgefaßt und verstanden, so müßte der Zweck der Behandlung dahin gehen, solche Mittel anzuwenden, welche diesen Vorgängen entweder vorbeugen oder die eingetretenen beseitigen. Wir wollen bei der Beurtheilung die verschiedenen Vorgänge möglichst aus einander halten.

Die Congestion zeigt locale Erweiterung der Gefäße durch Erschlaffung der Ringfaserhaut[1]). Die Therapie soll demnach darauf gerichtet sein, die normale Weite der Gefäße herzustellen. Theoretisch muß man die Ursache der Erschlaffung von den Nerven ableiten, denn solche Bewegungserscheinungen übt die Substanz nicht aus eigener Machtvollkommenheit. Hier tritt nun die Frage in Bedeutung, ob die Erschlaffung der Gefäßhautfaser durch mangelnden oder vermehrten Nerveneinfluß, also ob durch Lähmung oder Nervenreiz veranlaßt werde. Diese Frage ist bis jetzt

[1]) Ich übergehe die beobachtete Gefäßverengerung, da sie nicht constant nachgewiesen ist, und, wenn vorhanden, so rasch vorübergeht, daß sie schwerlich Gegenstand der Behandlung werden kann.

nicht zu erledigen. Die neuesten directen Versuche von Ed. Weber scheinen fast der ersteren Ansicht eine Stütze zu gewähren. Ich habe aber oben schon ausgeführt, daß nach der Analogie des Herzens bei Reitzung des nervus vagus auch die letztere Annahme nicht der Wahrscheinlichkeit entbehrt. Uebrigens würde diese Frage erst dann praktische Bedeutung erlangen, wenn wir Mittel besäßen, diesen Nerveneinflüssen direct entgegenzuwirken, oder sie zu vermehren. Beide Wege sind uns bis jetzt unzugänglich.

Wo man die Ursachen nicht kennt, tritt man dem Factum direct entgegen. So macht es auch hier die Praxis. Die Gefäßweite ist proportional der Differenz zwischen Blutdruck und Contractionskraft des Gefäßes. Von diesem Gedanken unbewußt geleitet, hat sich die Praxis zwei Zugangswege gebahnt. Entweder Verminderung des Blutdruckes oder Vermehrung des Gefäßwiderstandes führen zur Verengerung. Blutentziehung auf der einen, Compression oder Kälte auf der anderen Seite. Rechnet man auf eine günstige Wirkung der Blutentziehung, sei es allgemeine oder örtliche, so muß man stillschweigend annehmen, daß die Ursache der Gefäßerschlaffung nicht dauernder sei, als der Nachlaß des Blutdruckes in Folge der Blutentziehung, denn es ist bekannt, daß der Blutdruck sich in beiden Fällen bald wieder in das alte Verhältniß setzt. Bei allgemeiner Blutentziehung wird das entfernte Quantum bald wieder durch Blutplasma oder Blutserum ersetzt. Bei örtlicher stellt sich der, der allgemeinen Blutmasse entsprechende Blutdruck wieder her, sobald der örtliche Abfluß aufhört. Dauert die Ursache der Gefäßerschlaffung länger, so ist bald wieder alles in der alten Lage. Nimmt man somit die Blutentziehung bei der Congestion in der Absicht, zu evacuiren, vor, nicht in der Absicht, die Blutmasse zu verändern, und dadurch indirect auf die Nerven der Gefäßhäute zu wirken, so ist der therapeutische Plan ohne Boden, da durch die vorübergehend veränderten Druckverhältnisse kein dauernder Erfolg beschafft werden kann. Dies ist wohl der Grund, weshalb bei reinen localen Congestionen Blutentziehungen selten angezeigt, wenigstens selten von dauerndem Erfolge begleitet sind. Selbst die spontanen Blutungen, welche doch gewiß aus den überfülltesten Parthien des Gefäßsystemes erfolgen, und gerade deshalb größere Erleichterungen zu gewähren pflegen, als unsere künstlichen Blutentziehungen, bringen selten dauernden Erfolg. Man denke nur an die Congestionen zum Kopfe, welche manche Menschen oft ihre ganze Jugendzeit, trotz häufiger erleichternder Nasenblutungen mit sich herumtragen; oder an die Hämorrhoidalcongestionen, welche trotz künstlicher oder spontaner Blutentleerungen ein halbes Leben hindurch immer wiederkehren. Der Grund des Leidens liegt eben nicht im vermehrten Blutdruck, sondern in vermindertem Gefäßwiderstande.

Zur Vermehrung des Gefäßwiderstandes kann mechanisch die Compression, physikalisch die Kälte wirken. Das erstere Mittel, bei localer Congestion gewiß rationell, ist leider nur selten anwendbar. Einestheils gestattet die Oertlichkeit nur an wenigen Stellen die Anlegung genügend comprimirender Verbände, anderntheils ist die Compression unanwendbar, wenn die Congestion als determinirter Entzündungsbeginn auftritt und rasch zu den anderen Stadien überführt. Der Druck, welchen die Nerven dadurch in vermehrtem Grade erleiden, würde die Ausdehnung der Congestion auf einen weiteren Umfang begründen und den Einfluß, welchen die Nerven auf die organisirten Theile ausuben mussen, damit nicht örtlicher Tod entsteht, lähmen. Die Anwendung des Druckes ist daher ein unter Umständen gefährliches Mittel und nur unter großer Vorsicht erlaubt. Doch lassen sich oft günstige

Erfolge damit erzielen. Verbrennungen des ersten Grades werden meistens unter einem genügenden Compressivverbande bald schmerzlos und führen nicht zur Entzündung. Ebenso die entzündlichen Congestionen des Nagelgliedes der Finger, die sonst in oberflächlich fortschreitende Eiterungen überzugehen pflegen. Die Heilung der Geschwüre durch Einwicklung erfolgt durch eine zusammengesetzte Einwirkung. Will man aber die Annäherung der Wundränder und das Abhalten der atmosphärischen Luft auch hoch anschlagen, so ist doch gewiß dabei die Aufhebung der Congestion in den Wundrändern von noch größerer Wichtigkeit.

Die Kälte bewirkt physikalisch Contraction. In wiefern aber diese, auf alle Körper gemeinsam wirkende, rein physikalische Contraction bei dem Organismus in Frage kommt, ist schwer zu bestimmen. Kennte man das Maaß der Gefäßzusammenziehung bei der Kälte an Lebenden, so könnten vergleichende Untersuchungen an todten Gefäßen Aufschluß über diesen Punkt geben. Leider fehlen uns die Materialien zu solchen Vergleichungen. Mit der schlichten Behauptung dieser physikalischen Einwirkung ist wenig geleistet; es handelt sich um das Maaß, wenn man Erklärungsversuche darauf gründen will. Bei näherem Eingehen in diese Frage findet man sie sehr verwickelt. Es kommen drei Momente in Bezug auf die Gefäßhäute in Betracht: 1) ihr Ausdehnungscoefficient, 2) ihre Elasticitätsveränderung bei verschiedenen Temperaturen. 3) das Maaß der vitalen Contraction bei verschiedenen Temperaturen. Physikalisch kann man nur die Einwirkung auf die beiden ersten Momente nennen. Der Ausdehnungscoefficient ist nicht bekannt und mit Genauigkeit gewiß sehr schwer zu bestimmen. Schließt man mit den Gefäßhäuten an die festen Körper an, so ist die Volumveränderung durch Kälteeinfluß sehr gering. Nehmen wir einen der größten Ausdehnungscoefficienten unter den festen Körpern beispielsweise für die Gefäße an, z. B. den des Bleis = 0,0000285 für 1° C., so beträgt die Ausdehnung eines Gefäßes von 1''' Durchmesser für eine Temperaturveränderung von 30° C. nicht $^1/_{1000}$''' auf den Durchmesser. [C (1 + nt) = 1 (1 + 0,0000285 + 30) = 1,000855''', oder $^1/_{1176}$''' Zunahme]. Die Volumveränderung eines solchen Gefäßes ist dreimal so groß, gegen $^1/_{400}$'''. Dies sind wahrlich unbedeutende Differenzen. Nimmt man den Ausdehnungscoefficienten der Gefäßhäute größer, wie es bei ihnen als festweichen Körpern ohne Zweifel geschehen muß, so sind die Veränderungen zwar größer, aber immer noch unbedeutend. Daß sie zwischen denen des Wassers und denen der festen Körper liegen werden, ist nach Analogie aus dem Verhalten der bekannten Körper zu schließen. Die Volumenveränderung des Wassers zwischen 7° und 37° C. ist 0,00654, also gegen $^1/_{150}$. Erkälten wir somit einen organischen Theil von 37° auf 7°, so würde die aus physikalischer Contraction erklärliche Verengerung eines Gefäßes von 1''' doch höchstens $^1/_{450}$''' im Durchmesser betragen können, wenn wir den Ausdehnungscoefficienten des Wassers für die Gefäßhäute annehmen. Wahrscheinlich liegt er aber zwischen diesem und dem für feste Körper.

Solche geringe Veränderungen reichen nicht aus, die nach Einfluß der Kälte entstehende Gefäßverengerung zu erklären. Die Zusammenziehung ist viel größer, wie z. B. schon das Verschwinden der Hautröthe unter kalten Umschlägen hinreichend beweist. Uebrigens hat auch die ganze Vorstellung, daß die Gefäße sich durch Einfluß der Kälte physikalisch contrahiren und so das im Uebermaaß vorhandene Blut austreiben sollen, etwas unrichtiges. Ich habe oben schon bemerkt, daß der Ausdehnungscoefficient der Gefäßhäute sicher nicht größer sein kann, als der des enthaltenen Blutes, daß er

vielmehr wahrscheinlich geringer sei. Will man nun nicht die unwahrscheinliche Annahme machen, daß die Häute bei einwirkender Kälte eine andere Temperatur annehmen, als der Inhalt des Gefäßes, so kann ein Austreiben des enthaltenen Blutes in keiner Weise stattfinden, da das Blut sich wenigstens so sehr verdichtet, als das Gefäßvolumen abnimmt. Im Gegentheile ist es eher möglich, daß die Gefäße bei Einwirkung der Kälte, wenn nur die physikalische Contraction berücksichtigt werden sollte, mehr Blut aufnehmen müßten, als vorher, wenn nämlich, wie wahrscheinlich, der Ausdehnungscoefficient des Fluidum größer ist, als der der Gefäßhäute. Das dichtere Blut würde einen geringeren Raum einnehmen. Das Druckverhältniß ist durch sein Dichterwerden nicht geändert, da dieses von dem ganzen Gefäßsysteme ausgeübt wird, und somit würde ein gleiches Volumen dichteren Blutes, also mehr als früher, in die fraglichen Gefäße getrieben. Gesetzt, es wäre die Raumverminderung des Gefäßes 0,006265 (Bleiröhre), die Volumenverminderung des Inhaltes 0,00654 (Wasser), so würde ein Volumen Röhre nach der Abkühlung um 30° C. noch 0,997435 sein; ein gleiches Volumen Wasser würde bei dieser Abkühlung noch 0,993460 einnehmen. Der Gefäßraum faßt also jetzt 0,003975 Wasser mehr, und wenn das Gewicht des Volumen Wasser vorher 1 Grm. war, wird der Inhalt der Röhre nun 1,004 Grm. sein, d. h. das Gewicht des Inhaltes hat auf jedes Cubikcentimeter 4 Milligramm zugenommen. In dem Gefäßsysteme ist die Zunahme jedenfalls geringer und somit zu unbeträchtlich, um sie in Rechnung zu ziehen. Sonst würde man aus dieser Thatsache die Erfahrung erklären können, warum nach dem Aufhören der Kälteeinwirkung eine vermehrte Congestion zu entstehen pflegt. Ist der Ausdehnungscoefficient der Flüssigkeit größer, als der der Röhre, so findet bei eintretender Wärmezunahme dieselbe in den Röhren nicht hinreichenden Raum.

Ueber die Elasticität der Gefäßwandungen und deren etwaige Modificationen bei Temperaturveränderungen wissen wir bis jetzt nichts, woran wir Rechnungen oder stricte Schlußfolgerungen knüpfen könnten. Jedenfalls wird anzunehmen sein, daß etwaige physikalische Veränderungen auch bei diesen Momenten zu unbeträchtlich sind, um eine wesentliche Rolle bei der Erklärung der Kältewirkung auf den Organismus zu spielen.

Aus dem Vorhergehenden wird hinreichend klar geworden sein, daß wir nicht berechtigt sind, den Einfluß der Kälte aus der physikalischen Contraction der Gefäßwandungen zu erklären, und daß die Ansicht bestimmt unrichtig ist, welche durch diese Art der Contraction das Blut aus den Gefäßen wegdrängen läßt. Da aber die tägliche Erfahrung lehrt, daß unter Einwirkung der Kälte die Theile blässer, blutleerer, daß also die Gefäße enger werden und weniger Blut führen, so müssen wir uns nothwendig zu der Auslegung bekennen, daß eine andere Art der Gefäßcontraction, eine vitale, im Gegensatze zu der gewöhnlichen physikalischen, dadurch herbeigeführt werde, und da wir nach den herrschenden Begriffen die vitalen Bewegungserscheinungen mit der Nerventhätigkeit in Zusammenhang zu bringen pflegen, so müssen wir als Contractionsursache eine Einwirkung der Kälte auf die Nerven, hier wohl die Gefäßnerven, annehmen. Damit hört aber vorläufig jeder weitere Erklärungsversuch auf.

Man schreibt nicht selten der Kälte bei dauernder Einwirkung auch den entgegengesetzten Effect zu; es soll dann die zusammenziehende Wirkung aufhören und vielmehr Congestion und erhöhte Wärme eintreten. So wenig ich mir theoretisch zu erklären vermag, wie dieselbe Ursache entgegengesetzte

Wirkungen hervorbringen kann, eben so wenig habe ich diese Angaben durch Beobachtungen bestätigen können. Wenn man consequent die Kälte anwendet, findet man solche entgegengesetzte Wirkungen nicht. Oft, wenn man bei drohenden Gehirnentzündungen, bei Kopfverletzungen u. s. w., Eis nachdrücklich auflegt, findet man die Abkühlung nicht allein an der Stelle, welche von der Eisblase bedeckt ist, sondern Gesicht und Hals bis zu den Schultern hin blaß und kalt. Ich habe diesen Erfolg öfter 36 bis 48 Stunden lang beobachtet, ohne Eintreten entgegengesetzter Erscheinungen. Die Congestionserscheinungen treten regelmäßig ein bei Nachlaß der Kälteeinwirkung. Damit darf man nicht andere Erscheinungen verwechseln, z. B. das Roth- oder Bläulichwerden der Hände, Nase, Ohren in der Kälte. Dies beruht auf Ansammlung venösen dunkeln Blutes in den verengerten Venen, besonders den Capillarvenen, und beweist eher eine mangelnde vis a tergo und damit Verengerung im Capillar- und zuführenden Gefäß-Systeme, als das Gegentheil. Die Farbe unterscheidet solche Zustände deutlich genug von dem einer Congestion mit Erweiterung der zuführenden Gefäße.

Eine andere, nicht unwichtige Frage ist die, ob die Wärmeentziehung nicht einen organisch-chemischen Einfluß ausübe, der zur Beseitigung der Congestion wesentlich beitrüge. Diese Frage hängt mit einigen der wichtigsten physiologischen zusammen, deren vollständige Erledigung bis jetzt nicht möglich gewesen ist, nämlich über die Quelle der thierischen Wärme. Daher konnten über diesen Punkt zwei verschiedene, sich geradezu entgegenstehende Ansichten aufgestellt werden. Die eine, ausgehend von der Thatsache, daß der Organismus seine Eigenwärme den äußeren Einflüssen gegenüber behauptet, findet in der vermehrten Wärmeentziehung eine Ursache vermehrter Wärmeproduction. Die andere, ausgehend von der Thatsache, daß die organischen Functionen in einer gewissen Abhängigkeit von der Temperatur vorsichgehen, bei einem gewissen Maaße der Abkühlung ganz still stehen, findet in der vermehrten Wärmeentziehung eine Ursache verminderter Wärmeproduction. In der letzteren Annahme könnte man sich versucht fühlen, einen unhaltbaren Cirkelschluß zu finden, indem dabei die selbstständig producirte Wärme als Maaßstab fernerer Wärmeproduction aufgestellt wird. Da es sich hier aber um einen chemischen Vorgang handelt, so liegt nichts Unhaltbares in dieser Ansicht. Der Verbrennungsproceß dauert fort, so lange die Temperatur hinreicht, diejenigen Zerlegungen der Substanz vorzunehmen, welche die brennbaren (verbindungsgeneigten) Producte liefern; gerade wie der entzündete Spahn weiterbrennt, wenn die durch sein Brennen erzeugte Wärme hinreicht, die Holzsubstanz in ihre Gasarten zu zerlegen. Eine geringere Temperatur würde nicht hinreichen, die nothwendige Zersetzung und Neuverbindung zu begründen.

Für die Erklärung der therapeutischen Wirkung der Kälte wäre es von Wichtigkeit, zwischen diesen beiden Ansichten entscheiden zu können. Da nämlich die Untersuchungen es bis zur höchsten Wahrscheinlichkeit erhoben haben, daß die thierische Wärme wenigstens größtentheils in Folge der chemischen Verbindung des Sauerstoffs im Blute mit dem Kohlenstoff und vielleicht Wasserstoff der organischen Verbindungen entstehe, so würde eine gesteigerte Wärmeproduction auch einen vermehrten Stoffwechsel, eine verringerte einen verminderten Stoffwechsel beweisen. Leider sind wir nicht im Stande, eine solche Entscheidung zu geben. Das Wenige, was auf diesem Felde geleistet ist, reicht bei weitem nicht aus, Schlüsse darauf zu bauen. Wenn wir erst genaue Bestimmungen der Wärmecapacität, des Wärmever-

lustes durch Ausstrahlung und Ableitung von der Haut, des Wärmeverlustes durch die Exhalation erwärmter Gasarten u. s. w. haben, können wir daran denken, Versuche über die Wärmeproduction unter verschiedenen Temperatureinflüssen zu machen. Und dann ist wieder zu unterscheiden zwischen der allgemeinen und localen Wärmeproduction. Der ganze Körper kann dauernd eine Kälteeinwirkung, wie sie local vertragen wird, nicht aushalten, ohne abzusterben. Auf der Hand ertragen wir die Eisblase ein paar Tage. Ganz im Eise würden wir bald erfrieren. Die Wärmezuleitung durch das übrige erwärmte Blut spielt bei localer Abkühlung eine Hauptrolle.

Man sieht, es wäre hier für physiologische Beobachtungen ein weites Feld, welches mit Nutzen für die Praxis cultivirt werden könnte. Die Untersuchungen werden äußerst schwierig sein und große Umsicht erfordern. Aber zu machen ist darin etwas. Doch solche Felder liegen noch in großen Steppen vor uns, und nur die Zeit kann Rath schaffen.

Wir haben bisher nur von der Congestion, sei sie selbstständig oder die erste Stufe der Entzündung, gehandelt. Es ist kein Unterschied zwischen beiden, und somit muß die Behandlung beider dieselbe sein. Nur der Unterschied ist praktisch zu machen, daß man im einen Falle das Uebel meistens ohne Nachtheil sich selbst überlassen kann, während im andern der Uebergang zur Stase eintritt, wenn nicht die Congestion durch zweckmäßige Mittel beseitigt wird. Vom therapeutischen Standpunkte aus haben wir gesehen, daß die Blutentziehungen auf die Congestion direct keinen nachhaltigen Einfluß üben können, sondern nur vorübergehend die Druckverhältnisse ändern, so daß dadurch der wiedereintretenden Gefäßcontraction die Bahn gebrochen werden kann. Die wiederhergestellte Gefäßcontraction beseitigt dagegen die Congestion direct, indem sie die nächste Ursache entfernt, und dazu besitzen wir in der Compression ein mechanisches, in der Kälte ein auf die Vitalität einwirkendes Mittel.

Bei der Stase haben wir Stockung in den erweiterten Blutgefäßen, nebst Austritt von Blutserum. Wir haben oben gesehen, daß wir keine Mittel haben, zu unterscheiden, ob dem Serum aufgelöster Faserstoff beigemischt ist, oder nicht, so lange sich der Erguß im Körper befindet. Ferner ist es in Bezug auf die Resorption gleichgültig, ob Serum oder Plasma das Exsudat bildet, so lange aus letzterem der Faserstoff sich nicht in fester Form ausscheidet. Aus diesen beiden Gründen werde ich unter Stase die flüssigbleibenden Exsudate betrachten, ohne Rücksicht auf etwaigen Faserstoffgehalt. Da wir zur Förderung der Resorption direct nicht wesentlich beitragen können, dieselbe vielmehr an dem flüssigen Exsudate von selbst geschieht, wenn die normale Circulation hergestellt ist, so sind die Indicationen zur Behandlung vorzugsweise auf den ersten Punkt, die Stockung in den erweiterten Gefäßen, gerichtet. Betrachten wir wieder die gewöhnlichen Mittel. Nimmt man die Fälle aus, welche aus allgemein einwirkenden Krankheitsursachen entstehen, und denen wir später einige Aufmerksamkeit schenken wollen, so ist die gebräuchliche Heilmethode wieder die antiphlogistische und die Hauptmittel sind Blutentziehung, Kälte und unter Umständen Wärme. Welche Bedeutung haben diese Agentien nun hier?

Die Entfernung der Stase gelingt nur so, daß sie durch das Stadium der Congestion wieder zum Normalzustande zurückgeführt wird. Zuerst muß die Stockung in den erweiterten Gefäßen gehoben werden, das nachdrängende Blut muß die stockenden Massen in die größeren Bahnen des Blutumlaufes oder aus dem Gefäßkreise hinausspülen. Das wirksamste Mittel dazu sind

die örtlichen Blutentziehungen. Das Blut stagnirt zwar in den Gefäßen, aber es ist noch flüssig und kann aus angebrachten Wunden theils direct abfließen, theils von dem nachdrängenden Blute hinausgespült werden. So wie auf diese Weise die Circulation wieder hergestellt ist, haben wir den Zustand der Congestion, der nun auf dem vorhin bezeichneten Wege zur Norm zurückkehren kann. Die Kälte, einseitig angewandt, ist bei der Stase ein zweifelhaftes Mittel. Offenbar ist die Gefäßanfüllung durch das Vorherrschen der weniger leicht beweglichen Blutkörperchen hier eine derartige, daß durch eine bloße Gefäßcontraction gegen die Axe ein Austreiben des Inhaltes nicht leicht möglich sein wird. Vielmehr würde dadurch das Mißverhältniß des Druckes zwischen Gefäß und Inhalt vermehrt. Die dauernde Anwendung der Kälte ließe sich nur rechtfertigen, wenn sie den Zweck haben soll, die im Umfange der Stase immer fortdauernde oder zunehmende Congestion zu beseitigen. Dagegen giebt es eine Anwendung der Kälte, welche auch direct gegen die Stase günstig wirken kann, die unterbrochene nämlich. Wie man einen Spülcanal leichter durch unterbrochen einwirkende Strömungen reinigt, als durch einen continuirlich wirkenden Strom, weil bei jener Methode die Wirkung des Stoßes mit in Anschlag kommt, so wird bei unterbrochener Anwendung der Kälte in den freien Zwischenräumen das kräftiger andringende Blut leichter die stockenden Massen vor sich hertreiben. Die Praxis kennt eine Methode, mit kalten und warmen Umschlägen zu wechseln. Sie fußt auf diesem Grundsatze und ist für die Stase rationell, wenn nicht die danach vermehrte Congestion zu fürchten ist. Selbst die dauernde Anwendung der warmen Umschläge ist dem Zustande der Stase an und für sich entsprechend, weil in den erweiterten Gefäßen die Fortbewegung der stockenden Massen leichter ist. Nur muß man dabei berücksichtigen, daß die zur Entzündung führende Stase auch dadurch verschlimmert werden kann, theils weil die nachher, bei vollendeter Entzündung, eintretende Gerinnung dann in dem ausgedehnteren Gewebe voluminöser ausfällt, theils weil die Congestion in der Umgebung vermehrt und dadurch die folgende Entzündung umfänglicher werden kann.

Die Behandlung der reinen Stase erfordert somit örtliche Blutentziehungen, um die stockenden Massen durch das nachdrängende Blut in Fluß zu bringen, und darauf folgend die Anwendung der Kälte, um die Gefäße zur Contraction zu bringen, d. h. die nun eingeleitete Congestion zu bekämpfen. Wo der Uebergang in vollendete Entzündung, d. h. Ausschwitzen von gerinnendem Blutplasma nicht zu befürchten ist, ist die frühzeitige Anwendung der Wärme ein nicht unrationelles Mittel, die Bewegung des Blutes in den Gefäßen wieder herzustellen, und unter Umständen kann dieses Ziel durch abwechselnde warme und kalte Umschläge noch vollkommener erreicht werden.

Das Product der Stase, das flüssige, ins Parenchym oder in Höhlen ergossene, Exsudat darf uns gewöhnlich keine Sorgen machen, da nach hergestellter normaler Circulation dasselbe bald und leicht wieder in die Blutbahn zurückkehrt. Nur in einigen Höhlen pflegt der Erguß sich hartnäckiger zu halten, was aber theilweise der Gefäßarmuth der Wandungen, theilweise dem Umstande zuzuschreiben ist, daß sich die Wandungen selbst mit einem Ueberzuge von plastischem Exsudate überziehen und so dem flüssigen Inhalte unzugänglich werden.

Die Entzündung ist Erguß von Blutplasma in das Parenchym mit folgender Gerinnung. Daß das ergossene Blutplasma unter günstigen Umständen, ehe es zur Gerinnung des Faserstoffs kommt, in die Gefäße zurücktreten,

also resorbirt werden kann, unterliegt wohl keinem Zweifel. Darin gleicht es dem Serumerguß und kann dieser Zustand zur Stase gerechnet werden, so wie er der gleichen Behandlung unterliegen muß. Wenn aber die Bildung des festen Exsudates stattgefunden hat, so ist die Entzündung vollendet, und von einer Behandlung der Entzündung nicht mehr die Rede. Wir haben es dann mit den Entzündungsausgängen zu thun, und da tritt eine ganz neue Beurtheilungsweise ein. Die Behandlung der Entzündung besteht also darin, ihr vorzubeugen, die Bildung der faserstoffigen Exsudate zu verhindern, also im Einschreiten gegen die Congestion und Stase. Und wenn wir bei positiv eingetretener Entzündung fortfahren, antiphlogistisch einzuwirken, so ist dies Verfahren nicht gegen das schon vorhandene Product gerichtet, sondern gegen die nebenbei noch fortbestehende Stase und Congestion, die den Entzündungsheerd noch zu vergrößern drohen. Unser Streben geht dahin, der ferneren Productbildung vorzubeugen, der Entzündung ein Ziel zu setzen und dann den zweiten Act zu beginnen, nämlich die Entzündungsproducte zu entfernen. Man darf nie vergessen, daß man es immer mit den verschiedenen Vorgängen neben einander zu thun hat, und die Behandlung nach dem Vorherrschen des einen oder anderen einrichten muß.

Vielleicht tritt mir hier die Frage entgegen, ob mit diesem schematischen Auseinanderhalten der Entzündungsvorgänge, und der getrennten Betrachtung der Therapie etwas genützt sei? Wir dürfen nur die Praxis fragen, die, wenn auch bei den meisten unbewußt, ganz auf dem Boden der hier entwickelten Grundansichten steht. Man hat sich gewöhnt, alles schlichtweg Entzündung zu nennen, sowohl die vollendete, als die dahin führenden Vorläufer. Aber die letzteren kommen auch für sich bestehend vor, und nichtsdestoweniger betrachtet man ihre Behandlung als Behandlung der Entzündung. Daher kommt die Verwirrung, daß man gegen die Entzündung, je nach den Umständen, einmal mit Vortheil Blutentziehungen, das andere Mal warme Einwicklungen, einmal kalte Umschläge, das andere Mal warme Bähungen anwenden zu können glaubt. In der That aber behandelt man, wenn die Indicationen richtig gestellt sind, mit jeder besonderen Methode auch besondere körperliche Zustände. Dieser Gedanke allein kann einen beruhigen, wenn man in der Therapie die heterogensten Dinge zur Bekämpfung ein und desselben Uebels zusammengestellt findet. Vielleicht ist es vielen so gegangen, wie mir damals auf der Universität, wo mich die Empfehlung der verschiedenen Mittel gegen die eine Entzündung von vorn herein gegen die Therapie fast mistrauisch machte, mir wenigstens eine sehr geringfügige therapeutische Logik zu verrathen schien. Aber der Fehler lag hier nicht in der Therapie, sondern in der Pathologie, die, ohne Verständniß der Physiologie, die gesondert einherschreitenden Vorgänge nicht auseinander zu halten vermochte, und so den Grund des verschiedenen Behandelns nicht aufklärte.

Eine nähere Erläuterung erhält diese Frage, wenn wir auf diejenigen Zustände blicken, deren ich oben bei der Stase Erwähnung gethan habe, die sogenannten Entzündungen aus allgemeinen Ursachen, bei denen man ein eigentlich entzündungswidriges Verfahren nicht anzuwenden pflegt. Rose (wenigstens theilweise), Mums, hitziger Rheumatismus gehören hierher. Man denkt sich diese Entzündungen als äußere Erscheinungen einer allgemeinen Krankheit, deren Sitz man im Blute sucht, oder deren Einfluß auf das Blut man die Neigung zu entzündlichen Erscheinungen zuschreibt. Wie

weit dies richtig ist, darüber kann ich mich hier ebenso wenig auslassen, als über die Anwendung der inneren Mittel, denen man hierbei eine antiphlogistische Wirkung zuschreibt. Wir kämen damit auf ein Gebiet, welches kritischen Erörterungen fast unzugänglich ist. Allgemeine Blutentziehungen, Antimonialmittel, Merkur, Salpeter, Salmiak, Essigammoniak, Bernsteinsaures Ammoniak, Zeitlose, Eisenhütlein, Opium, Chinin, Fliederthee und vieles andere finden wir neben einander empfohlen zur Bekämpfung von Krankheitszuständen, deren äußerer Ausdruck Entzündung genannt wird. Nur in einem Punkte stimmen die meisten Rathgeber überein, — keine örtliche Antiphlogose! — Warum? Weil die Entzündung von allgemeinen Ursachen herrührt und, wenn örtlich unterdrückt, an einer anderen, vielleicht gefährlicheren Stelle wieder auftaucht. Es ist der Charakter dieser Entzündungen leicht den Ort zu wechseln, plötzlich zu verschwinden und an einer andern Stelle aufzutauchen.

Aber kann denn ein Entzündungsproduct so plötzlich verschwinden? Was würden wir sagen, wenn uns erzählt würde, ein Furunkel sei plötzlich metastatisch gesinnt an einer Stelle verschwunden, und an einer andern zum Vorschein gekommen? Wir würden lachen, und dadurch den besten Beweis liefern, daß wir im Herzen gar wohl einen Unterschied, und zwar einen sehr wesentlichen zwischen den beiden Zuständen machen, und uns das Wort Entzündung für beide nur auf den Lippen liegt. Das eine ist Entzündung; sein Product kann nicht die Metamorphosen, welche zu seiner Entfernung nöthig sind, so rasch durchmachen. Das andere ist keine Entzündung, sondern nur Stase, die nur in seltenen Fällen zur wirklichen Entzündung führt. Dies weiß die Praxis und darum meidet sie dreist die örtliche Antiphlogose; sie weiß, daß das örtliche Leiden keine Producte setzt, die nicht leicht, bei wiederhergestellter normaler Circulation in das Blut zurückkehrten; sie weiß aber auch in den Fällen, wo diese Stasen leicht zu einer nachtheiligen Productbildung führen, die örtliche Antiphlogose zu benutzen. Wenn derselbe Rheumatismus, den wir an den Gelenken unangetastet lassen, die serösen Häute, Rippenfell, Peri- oder Endokardium, befällt, wo Exsudate gefährlich werden, da säumen wir mit örtlichen Blutentziehungen sicher nicht; und wenn wir der Kälte bis zu der entsprechenden Tiefe Eingang zu verschaffen wüßten, und nicht vielmehr durch die Verengerung der peripherischen Gefäße eine Congestion in den inneren Gefäßen veranlaßten, so würde auch die örtliche Anwendung der Kälte, als ein der Stase entsprechendes Mittel, in der Praxis Eingang gefunden haben. Bei dem Erysipelas, wenn es von den äußeren Kopfbedeckungen aus die Hirnhäute afficirt, säumt man nicht, neben den Blutentziehungen auch kalte Umschläge zu machen. Bei den fixen, nicht fieberhaften Rheumatismen spart man örtliche Blutentziehungen nicht, und ich habe von mehreren Praktikern gehört, daß sie gegen die acuten Rheumatismen an der Wirbelsäule, die sogenannten Hexenschüsse, die empfohlenen kalten Umschläge mit entschiedenem Erfolge anwenden. — Es geht hieraus hervor, daß man bei den oben bezeichneten Krankheiten die örtliche Antiphlogose nicht deshalb unterläßt, weil man ihre Wirksamkeit gegen dieselben in Zweifel zieht, sondern deshalb, weil man den Grund der örtlichen Erscheinung nicht damit tilgen kann, vielmehr zum Wiederauftreten des Uebels an einer anderen Stelle Veranlassung geben könnte. Dieses Motiv würde nicht vorhanden sein, wenn man es mit wirklichen Entzündungen zu thun hätte, denn die sind nicht so flüchtig, und es würde nicht durchschlagen, wenn man an den afficirten Stellen Entzündungsproducte zu gewärtigen hätte,

die nachhaltige böse Folgen herbeiführen könnten. Wer würde säumen, eine wirkliche Entzündung von der Intensität, mit welcher die Stasen beim acuten Rheumatismus an den Gelenken aufzutreten pflegen, auf das nachdrücklichste zu bekämpfen, selbst auf die Gefahr hin, sie an anderen Stellen wieder auftauchen zu sehen, wenn die Folgen einer wirklichen Productablagerung in, oder auch nur am Gelenke zu fürchten wären?

Wenn wir somit zu einer klaren Auffassung des Krankheitsobjectes und der Therapie gelangen wollen, so müssen wir nicht allein von dem Gedanken, sondern auch von dem Ausdruck lassen, daß die Entzündung einmal so, das andere Mal anders zu behandeln sei, sondern sagen: wir haben in diesen Zuständen Stasen vor uns, welche selten ein weiteres Product, als die flüssige und flüssigbleibende Exsudation liefern, und wir behandeln sie nicht, sondern lassen sie an ihrem Orte verlaufen, so gut sie wollen, weil sie keine nachhaltige Gefahr drohen und eine örtliche Behandlung eher Schaden als Nutzen stiften könnte.

In Bezug auf die Augenentzündungen hat sich die Praxis gleichfalls ihren Weg selbstständig gebahnt und wenigstens über den Namen hinweggesetzt. Wenigstens drei Viertheil aller in der Praxis vorkommenden sogenannten Augenentzündungen sind Augencongestionen und Augenstasen, erstere in vorwiegender Menge. Röthe, Schmerz und Beschränkung im Gebrauche des Organs, bei den Stasen hinzutretende Geschwulst der äußeren Bedekkungen und vermehrte Absonderung normaler oder abnormer Secrete sind die gemeinsamen Merkmale. Entzündungsproducte fehlen bei diesen. Die Secrete sind entweder die normalen Augenflüssigkeiten in vermehrter Menge, oder durch Serumzusatz verdünnt und so vermehrt. Thränen, Drüsensecret der Augenlider, vermehrte und klebrige Schleimabsonderung u. s. w. haben ja nichts mit entzündlichen Producten gemein. Gelbliche Färbung und Vorhandensein von Eiterkörperchen im Secrete deuten gleichfalls nicht auf Entzündungsproduct, denn beides findet sich ebenso bei den Stasen der Respirations- und Darmschleimhaut, beim Schnupfen und Intestinalkatarrh im zweiten Stadium. Eigentlich gerinnungsfähige Exsudate fehlen bei diesen Zuständen. Die Praxis weiß dies. Die Behandlung ist durchweg gegen Congestion und Stase gerichtet. Man erstrebt Contraction der Gefäße, seltener durch Blutentziehungen, häufiger durch kalte oder anderweit adstringirende Umschläge. Die meisten Augenwässer haben diesen Charakter. Man hört häufig den Ausspruch, daß zu reichliche und wiederholte Blutentziehungen schaden, daß die Gefäße dadurch erschlaffen, daß man die Entzundung chronisch mache u. s. w. Mit anderen Worten, man ist sich bewußt, daß man es nicht mit Entzündungen, sondern mit Congestionen und Stasen zu thun hat, wo nicht die Entleerung und Wegsammachung der Gefäße allein ausreicht, wo ihre Contraction das Grundbedürfniß ist. Man sieht, wie da zu reizenden Mitteln, selbst Cauterisationen mit Vortheil gegriffen wird, um durch momentan vermehrten Blutzufluß die stockenden Massen in Bewegung zu setzen und die Gefäßcontraction zu veranlassen.

Wie ganz anders ist das Verfahren bei drohenden bedeutenden Entzündungen, wo die Stase oft in kürzester Zeit von dem exsudativen Stadium überholt wird. Bei bedeutenderen traumatischen Veranlassungen glaubt man den örtlichen Blutentziehungen sich nicht allein anvertrauen zu dürfen, man öffnet eine Ader. An Augenwässer denkt niemand, kalte Umschläge und Eis werden angewandt. Bei iritis versäumt man nicht leicht allgemeine Aderlässe und die Anwendung des antiphlogistischen Verfahrens in vollem Um-

fange. Wenn man kalte Umschläge nicht anwendet, so beruht dies darauf, daß die der plastischen Exsudation vorhergehenden Stadien so rasch verlaufen, daß sie selten zur Beobachtung gelangen. Die Verfärbung der Iris, die Beschränkung ihrer Beweglichkeit beweisen schon vorhandenes Exsudat. Vielleicht würde es möglich sein, durch kalte Umschläge, wenn sie frühzeitig angewendet würden, die ersten Stadien zu bekämpfen, ehe sie zur Exsudation führen, wie dies ja bei Verwundung der Iris nicht selten gelingt. Aber hierbei muß noch besonders berücksichtigt werden, daß die veranlassenden Momente der iritis, am häufigsten Gicht, Rheumatismus und Syphilis, gewöhnlich die ganze Constitution ergriffen haben, und auf sie somit die Betrachtung Anwendung findet, welche oben bei den aus allgemeinen Ursachen entstehenden Stasen gemacht wurde, daß nämlich die örtliche Unterdrückung nicht das Umsichgreifen in anderen Partieen hindert. Von der Iris verdrängt könnten die Gefäßlager der Chorioidea der Sitz werden, und alles somit noch schlimmer. Dies der Grund, weshalb die Praxis gewöhnlich mit Umgehung der örtlichen gleich zu energischer allgemeiner Behandlung schreitet.

Die Behandlung der Entzündungsausgänge erfordert eine ganz andere Beurtheilungsweise. Wir haben aus den neueren Arbeiten in der Physiologie und pathologischen Anatomie gelernt, welche Veränderungen die krankhaft abgelagerten plastischen Stoffe im Organismus erleiden. Es sind dies entweder solche, wie sie im Fötus nach morphologischen Gesetzen im Bildungsplasma vor sich gehen, oder ähnliche, nach analogen Gesetzen einherschreitende. Sie unterliegen vitalen Gesetzen, auf welche direct einzuwirken nicht in unserer Macht steht. Auf die Bedingungen aber, unter welchen der eine oder andere Ausgang einzutreten pflegt, können wir häufig einwirken, theils fördernd, theils hindernd. Das entzündliche Exsudat wird entweder local organisirt und selbstständig, oder es wird von der Stelle, wo es abgelagert war, entfernt. Letzteres geschieht auf dem Wege der Resolution und Resorption, oder dem der Eiterung. Die drei Hauptabtheilungen sind somit: Resolution, Eiterung und Organisation. Wären uns die Bedingungen genau bekannt, durch welche die einzelnen Ausgänge herbeigeführt werden, so könnten wir unsere Behandlung rationell danach einrichten, den wünschenswerthen Ausgang durch Beförderung der Bedingungen zu erreichen. Leider sind uns die Bedingungen nicht bekannt, aber durch gewisse Ueberlegungen können wir doch zu folgenden Schlüssen gelangen.

Wenn wir die verschiedenen Ausgänge in Bezug auf ihr Verhältniß zum Normalzustande in eine gewisse Rangfolge stellen wollen, so werden wir die Organisation des Exsudates als die höchste, die Eiterung als die niedrigste Stufe auffassen müssen. Die Resolution steht in der Mitte, da ihre morphologischen Elemente, die Körnchenzellen, zwar nicht für den Organismus entwicklungsfähig sind, aber doch eine active Entwicklungskraft in Bezug auf das Exsudat besitzen, welches durch ihre Vermittelung verflüssigt, resorptionsfähig, also dem Organismus erhalten wird. Auch sind diese Elemente dem normalen Gewebe nicht fremd, da sich regelmäßig z. B. in der glandula thyreoidea und thymus immer hie und da Körnchenzellen vorfinden. Ich glaube, daß sie überall da, wo im Normalzustande eine Rückbildung erfolgt, ihre Rolle spielen und würde die Bezeichnung von »Resorptionszellen« deshalb für ganz passend halten.

Wenn man ferner als Bedingung des normalen Lebens, sowohl der morphologischen Bildung, als des Stoffwechsels, das proportionirte Zusammenwirken der Nervenmaterie und des Blutes, oder Thierwassers, annehmen

darf, so würde man in Bezug auf die Entzündungsausgänge schließen dürfen, daß dieser vitale Einfluß am mächtigsten bei dem Ausgange in Organisation, am geringsten bei dem Ausgange in Eiterung eingewirkt habe. Die Eiterzelle ist das aus dem Bildungsplasma unter geringem Nerveneinflusse vegetativ hervorwuchernde Element, wie sich bei den niedrigsten Thierelassen, von den Infusorien bis zu den Mollusken, die unentwickelte Zelle als vorherrschendes morphologisches Element kund giebt, während mit der vollkommneren Entwicklung des Nervensystems bei den höheren Thierelassen auch die histologischen Elemente sich vervielfältigen. — Der Ausgang in Organisation kann die Form der normalen Ernährung annehmen, in der entzündlichen Hypertrophie. Der Grad des vitalen Einflusses auf das Exsudat kann von zwei Seiten her beeinträchtigt sein, von der Seite des Blutes und der Säfte, wenn ihnen die Communication mit dem Exsudate nicht frei steht, — von Seiten der Nerven, wenn sie entweder in die zu beherrschende Region nicht gelangen, z. B. zerrissen oder vom Exsudate erdrückt sind u. s. w., oder aus allgemeinen Krankheitsursachen selbst mit mangelnder Energie ausgerüstet sind. So kann Typhus, Schlangengift, Milzbrand ꝛc. den Nerveneinfluß so total lähmen, daß nicht einmal Eiterung eintritt, sondern die chemische Zersetzung selbst über die niedrigste Stufe der animalisch-vegetativen Production den Sieg davon trägt. — Endlich müssen wir unter den Einflüssen, welche auf die Entwicklung des Exsudates einwirken, auch noch ein gewisses begränztes Assimilationsvermögen der naheliegenden histologischen Formationen nennen.

Mit diesen Ergebnissen können wir nun unserer Frage näher treten, ob wir nämlich Mittel besitzen, auf die Entwicklung des Exsudates einen Einfluß zu üben, denn darum handelt es sich, wenn von der Behandlung der vollendeten Entzündung, mit andern Worten, des exsudirten Productes die Rede ist.

Wir haben in der Chirurgie eine resolvirende und eine erweichende Methode. Mit der einen glaubt man die Zertheilung, mit der andern die Eiterbildung befördern zu können. Zur ersteren rechnet man kleine örtliche Blutentziehungen, Vesicantien, Mercurialeinreibungen, Anwendung aromatischer Mittel, entweder trocken in Kräuterkissen, oder feucht als Fomentationen, oder flüchtig als spirituose Essenzen, Linimente mit Ammoniak, Campher u. s. w. Die indifferenten öligen, schleimigen Stoffe, warm als Umschläge gebraucht, sollen die Eiterbildung befördern. Wir wollen dies mehr im einzelnen betrachten.

Wenn ein vorhandenes festgewordenes Exsudat, denn nur von diesem Zustande sprechen wir hier, durch Resolution entfernt werden soll, so muß es den Weg durch Stase und Congestion zur Norm zurückmachen: das feste muß unter der organischen Mitwirkung der Resorptionszellen flüssig werden, dann haben wir den Zustand der Stase, d. h. flüssiges Exsudat außerhalb der Gefäßwandungen: die in den erweiterten Gefäßen stockende Masse muß in Bewegung gesetzt werden, um die Rückkehr des Exsudates in den Kreislauf zu gestatten, und darin haben wir den Zustand der Congestion; die erweiterten Gefäße müssen zu ihrem normalen Caliber zurückkehren, dann ist der ganze Proceß beendet. Aber nicht rein und allein auf diese genannten Vorgänge haben wir gewöhnlich unser Augenmerk bei der Behandlung zu richten, sondern auch auf Zustände, welche in der Umgebung des durch die Ablagerung gekrankten Theiles nebenbei immer vor sich gehen und oft eine progressive Tendenz haben. Die Entzündung ist ja nicht wie mit einem Schlage been-

det, sondern in der Umgebung des Exsudates dauern Congestion und Stase fort und können ihrerseits wieder zu neuer Productbildung führen, wenn dies nicht verhindert wird. Auf der andern Seite aber würde es auch wieder einen Mangel an zweckmäßiger Leitung des ganzen Vorganges verrathen, wenn man diese nachbarliche Congestion und Stase bekämpfen und nach Kräften beseitigen wollte; sie eben halten für das sich rückbildende Exsudat die Abzugscanäle offen. Die Aufgabe ist, sie so zu beherrschen, daß sie ihre Gränzen nicht überschreiten, aber auf einer zweckmäßigen Höhe bleiben, um ihren eigenen Zustand auf den entzündeten Theil zu übertragen, wenn durch den Resolutionsproceß das Exsudat flüssige Form angenommen hat. Diesen Sinn hat es, wenn die Praxis ganz heterogene Mittel als der Resolution dienend, zusammenstellt. Die Blutentziehungen im Umfange der Geschwulst sind nicht gegen das Exsudat gerichtet, sondern gegen die Stase in der Umgebung, wenn sie so beträchtlich ist, daß ein Fortschreiten der Ablagerung zu befürchten steht. Denselben Zweck haben die Quecksilbereinreibungen, indem man die Gerinnungsfähigkeit des Blutfaserstoffs dadurch mindern zu können glaubt. Beide Mittel wollen in der Umgebung des Exsudates fortschreitende Stase und Exsudation hindern, dagegen die Congestion ja nicht beseitigen, weshalb z. B. kalte Umschläge bei diesen Zuständen nie empfohlen werden. Ein lebhafter Blutstrom in weiten Gefäßen soll das Exsudat umspülen, um das verflüssigte aufnehmen, die verstopften Blutgefäße aufspülen und die Beute der übrigen Blutmasse zuführen zu können. Während man auf der einen Seite, bei noch dauernder Entzündungsneigung in der Umgebung des Exsudates, antiphlogistisch verfährt und dies als resolutorisch bezeichnet, verfährt man, wenn kein solches Uebermaaß von Stase oder Congestion vorhanden ist, indifferent oder leicht anregend durch Einhüllen der Theile in Kräuterkissen oder aromatische Fomentationen.

Man fürchtet in der Umgebung kein Fortschreiten und unterhält eine etwas lebhaftere Circulation durch Wärme und leichten Hautreiz. Ist dagegen die Gefäßthätigkeit nicht hinreichend, droht die Umgebung, aus dem Congestionszustande in den normalen zurückzukehren, durch Gefäßverengerung die, dem verflüssigten Exsudate nothwendigen Abzugscanäle zu schmälern, dann suchen wir die Congestion künstlich zu machen und die stärkeren spirituösen, aromatischen, ammoniakalischen Reizmittel finden ihre Anwendung.

Ob die Wirkung der besagten Mittel allein von dem hier eingehaltenen Standpunkte aus aufzufassen ist, oder ob sie nicht auch direct auf die Nerven eintrete, lasse ich dahingestellt. Man weiß zu wenig darüber. Wäre dies der Fall, so könnte ihre Wirkung so zu deuten sein, daß sie durch eine Nervenanregung die vitalen Thätigkeiten über den Punkt in die Höhe schröben, der zur Eiterung, der niedrigsten Belebungsstufe des Exsudates, führte. Vielleicht ist beides der Fall. Empirisch kennen wir aber nur die congestive Wirkung dieser Mittel, die man an jeder gesunden Hautstelle erproben kann, und deshalb habe ich auch diese Wirkung bei der theoretischen Erklärung vorzugsweise festgehalten.

Die endliche Beseitigung der Congestion bietet gewöhnlich keine große Schwierigkeiten. Meistens kehren die Gefäße, wenn die Exsudate entfernt sind, allmählig zu ihrer Normalweite zurück; gewöhnlich geschieht es langsam und eine länger dauernde Röthe bezeichnet die krank gewesene Stelle. Ist aber eine Behandlung zur Beseitigung einer rückbleibenden Congestion nothwendig, so ist es im Principe die oben bei der Congestion erwähnte. Kalte

Waschungen, adstringirende Sachen, wie die Blei- und Zinkpräparate, Alaun, Lohbäder u. s. w., thun gute Dienste.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß in der resolvirenden Methode unserer Praxis, so heterogen die Mittel scheinen, ein bestimmter richtiger Sinn liegt, der das Nebeneinandervorhandensein verschiedener physiologischer Zustände in dem entzündeten Theile stillschweigend anerkennt und sich bewußt ist, daß die Herstellung auch nur durch das Zusammenwirken dieser richtig unterhaltenen Zustände, der Zellenresorption, der Stase und Congestion vermittelt werden kann. Ich habe zuweilen über Praktiker spotten hören, die flüchtige Camphersalbe mit Mercurialsalbe einreiben ließen, als wenn sie, indem sie antiphlogistische und Reizmittel verbänden, die Wirkung des einen Mittels durch das andere vernichteten. Aber es liegt kein Widersinn darin, ein Mittel, welches die Gerinnungsfähigkeit des Blutes vermindern soll, mit einem solchen zu verbinden, welches die Congestion unterhält. Man wird ersteres nur so lange anwenden, als noch der Uebergang in feste Productbildung, also Vergrößerung des Entzündungsheerdes zu befürchten ist; später greift man ohne Scheu zu den Reizmitteln allein.

Ich habe auszuführen gesucht, von welchen wissenschaftlichen Grundlagen die theoretische Beurtheilung der genannten Methoden ausgehen sollte und wie die Praxis uns mit ihren Erfahrungen bestätigend entgegenkomme. Nur wäre zu wünschen, daß diese Art der Beurtheilung auch in der Praxis in jedem Falle die Indicationen zur methodischen Anwendung der Mittel gäbe. Nicht als ob diese dadurch an Sicherheit für diese Fälle gewinnen würde, sondern weil dann allmählig die Theorie so an Sicherheit gewinnen würde, daß allgemeine Regeln gegeben werden könnten, die theils für den noch Unerfahrenen in den gewöhnlichen Uebeln, theils für den schon Erfahrenen in ungewöhnlichen Vorkommnissen einen sicheren Leitfaden abgeben würden. Bis jetzt ist jeder auf seinen praktischen Blick angewiesen und auf das Maaß seiner eigenen Erfahrungen. Man sieht eine entzündete Stelle, beachtet die Art der Röthe, fühlt nach ihrer Härte und Hitze, beobachtet, welchen Schmerz der Kranke bei dem Betasten zeigt und alsbald steht der zu verfolgende Weg vor uns. Aber die Gründe? Wir antworten mit Falstaff, daß uns kein Mensch mit Gewalt einen Grund abzwingen solle. Ich will nicht, daß ehe wir weiter vorgeschritten sind, ein theoretisches Raisonnement der empirischen Beurtheilung vorgreifen soll, denn die Erfahrung lehrt, daß dies, ehe es wirklich auf eigenen Füßen stehen kann, meistens auf allgemeine Redensarten hinausläuft. Ich will nur, daß man sich, nachdem man den Behandlungsplan empirisch entworfen hat, frage, welche physiologischen Zustände in dem vorliegenden Falle wohl das empirische Urtheil geleitet haben können, denn von dem Object her hat man doch sein Urtheil genommen. Haben wir eine klare Vorstellung über die, wenn auch nur vermuthete, Einwirkung der Mittel, so werden wir aus dem empirisch eingeschlagenen Heilwege Rückschlüsse darauf machen können, welchen Zustand wir in dem erkrankten Theile supponiren, ob vorherrschendes Exsudat, Stase oder Congestion, ob progressive oder regressive Stase, ob übermäßige oder ungenügende Congestion. Bei Fortsetzung einer solchen Beobachtungsmethode muß zuletzt ein rationelles Verfahren an die Stelle des empirischen treten können.

Die erweichende Methode hat den Zweck, bei eingetretener oder unvermeidlicher Eiterung diesen Ausgang möglichst zu beschleunigen und über den ganzen Umfang des Exsudates so auszudehnen, daß keine Verhärtung zurückbleibt. Die angewandten Mittel sind feuchte Wärme und Pflaster verschie-

dener Art. Zugleich werden nicht selten, um die dem Eiterheerde entsprechende Hautstelle zu reizen, scharfe Mittel, wie Zwiebeln u. dgl. m., aufgelegt. Welche Erklärung kann man für die Wirkung dieser Mittel geben? Man denkt sich, die Eiterzellen wüchsen unter den feuchtwarmen Umschlägen wie in einem Mistbeete, der vorhandene Eiter übe auf das umgebende Exsudat einen gleichsam ansteckenden, assimilirenden Einfluß aus. Zugleich werde die überliegende Haut weicher, nachgiebiger und lasse dem Eiter einen leichteren Zutritt zur Oberfläche. Die Erfahrung scheint diese Meinungen zu dictiren und es ist möglich, daß die feuchte Wärme auf den leichteren Uebergang des Exsudates in Eiterzellen einen Einfluß übt. Aber auf der einen Seite kommen nicht selten Fälle vor, wo dieser Erfolg nicht beobachtet wird, auf der anderen Seite ist es nicht leicht zu begreifen, wie diese Behandlung einen solchen Einfluß auf den animalischen Vegetationsproceß direct ausüben soll. Die Wärmezuleitung für sich scheint nicht der Grund zu sein, denn trockene Wärme soll nicht den Erfolg haben. Die Feuchtigkeit? Man sagt, sie werde absorbirt und diene so direct zur Erweichung. Das ist wohl schwerlich der Fall. Lemmonier verlor in der heißen Quelle zu Barèges 21 Unzen an Gewicht. Unter heißen Umschlägen wird eher geschwitzt als absorbirt. Aber da die schwitzende Fläche nicht verdunsten kann, so wird wohl keine beträchtliche Secretion unter den Umschlägen stattfinden.

Eine gemeinsame Wirkung, welche die warmen feuchten Umschläge, die Pflaster, das Aufbinden von Speck u. s. w. haben, ist die Verhinderung der Verdunstung von der bedeckten Stelle. Wir können dies von zwei Seiten auffassen. Eines Theils bleiben Stoffe, und zwar vorzugsweise Wasser, zurück, die sonst excernirt wären, andern Theils wird das Wärmequantum zurückgehalten, welches sonst zur Verflüchtigung der tropfbaren Flüssigkeiten als latente Wärme verwendet wäre. Der bedeckte Körpertheil bleibt also wasserreicher und wärmer, als wenn er ausdunsten könnte. Sollen wir darin eine directe Beförderung der Eiterproduction suchen? Ich glaube nicht. Wenn man auf eine eiternde Fläche, welche einen sehr reichlichen, aber schlechten und dünnen Eiter absondert, ein paar Tage warme Umschläge macht, so hört der copiöse Eitererguß auf, ja die Eiterung wird oft auffallend gering. In solchem Falle ist also keine Vermehrung, sondern Verminderung der Eiterproduction durch die warmen Umschläge veranlaßt: denn wenn man auch die gelbere Farbe und größere Consistenz des nun vorhandenen Eiters für eine relative Vermehrung anführen kann, so ist doch die Abnahme der absoluten Menge so bedeutend, daß man sie nicht durch die relative Vermehrung der Körperchen ersetzt glauben kann. Wenn ferner eine Geschwulst unter der Einwirkung der warmen Umschläge, nach dem technischen Ausdrucke, schmilzt, so ist doch bei weitem nicht der größte Theil des Exsudates in Eiter verwandelt. Man findet kaum je eine eiternde Stelle, an deren Gränzen sich nicht der Resorptionsproceß durch Körnchenzellenbildung als lebhaft vorhanden auswiese, und wo man nicht unter der Anwendung der Umschläge Härten verschwinden sähe, die gar nicht in den Bereich des Eiterheerdes gezogen werden. Ich habe mir die Wirkung der erweichenden Behandlung anders erklärt. — Merkwürdiger Weise ist nämlich bei diesen Entzündungen der eigentlich normalste Vorgang, der der Organisation des Exsudates, für uns der am wenigsten erwünschte. Wird das Exsudat dem Organismus einverleibt, also in ein dauernd lebensfähiges histologisches Gewebe umgewandelt, so ist es an der Stelle, wo die Ablagerung durch die Entzündung erfolgte, meistens nicht allein überflüssig, sondern selbst schädlich. Da, wo das Exsudat die vollkom-

menste Ausbildung erlangt, ganz den umgebenden Geweben gleich wird, bei der entzündlichen Hypertrophie, hängt es von der Lage ab, ob es nur überflüssig oder selbst schädlich ist. Wo es aber eine so vollkommene Ausbildung nicht erhält, auf niedrigerer Stufe der Zellenbildung oder den früheren Stufen der Bindegewebebildung (zugespitzte Zellen mit meist bleibenden Kernen) stehen bleibt, nur sparsam von Blutgefäßen durchzogen ist und bei trägem Stoffwechsel nur gerade sein Leben fristet, da stellt es die bekannten Indurationen dar, welche immer zu späteren Krankheiten Veranlassung werden und als topisch fremde Körper manche Nachtheile auf die Umgebung herbeiführen können. Der Uebergang in Organisation ist ein langsamerer als der in Resolution oder Eiterung. Er will Zeit haben, damit die Zellen ihren Entwicklungsgang durchmachen können, er verlangt eine normale, nicht gehemmte und nicht übereilte Circulation, wie sie bei der Genese und bei normalem Stoffwechsel vorhanden ist. Deshalb geht die Heilung einer Wunde, sowohl der Hautwunden als innerer Wunden, am besten unter einem Verhalten vor sich, bei dem eine zu große Congestion vermieden und jegliche Stase beseitigt wird. Hier wollen wir Organisation des Exsudates und befolgen deshalb eine gemäßigte antiphlogistische Methode. Bei einfachen Wunden beugen wir einer zu starken Congestion und mithin auch der Stase durch eine methodische Anwendung der kalten Umschläge vor. Ist dies nicht zu vermeiden, tritt Stase ein, wie z. B. so gewöhnlich bei den Operationen zum Wiederersatz verloren gegangener Theile, so bekämpfen wir die Stase, wie ich oben ausgeführt habe. In dem angesetzten Theile, der der Stockung besonders ausgesetzt ist, wird die Bewegung des Blutes in den Gefäßen zunächst durch örtliche Blutentziehungen eingeleitet und dann entweder durch Kälte die Bekämpfung der Congestion versucht, oder, wenn die Stase nicht durch diese Behandlung bezwungen werden kann, der Versuch gemacht, die Strömung des Blutes durch Anwendung warmer aromatischer und reizender Mittel zu forciren. Vermeidung von Stase und Verminderung bedeutender Congestion in der Umgebung des Exsudates sind als Bedingungen der Organisation des Exsudates anzusehen. Sind wir deshalb in der Lage, das Gegentheil zu wünschen, bei Fällen subcutaner oder oberflächlicher Eiterung die Organisation des in der Umgebung noch abgelagerten festen Exsudates in jeder Weise zu verhindern, damit nicht die s. g. Indurationen zurückbleiben, so müssen wir den entgegengesetzten Weg einschlagen, Stase und Congestion nicht allein nicht bekämpfen, sondern künstlich unterhalten. Dazu die warmen Umschläge u. s. w.

Die Praxis lehrt, daß man einen Absceß nicht zu früh öffnen solle, weil sonst das Exsudat nicht ordentlich schmilzt und Indurationen zurückbleiben. Physiologisch ausgedrückt, heißt dies: wenn durch Auslassen des Eiters die Spannung gehoben wird, welche Schmerz und dadurch Stase und Congestion unterhielt, so vermindert sich auch in der Umgebung, welche noch unzertheiltes Exsudat enthält, die Stase und Congestion auf einen, dem normalen Zustande so nahestehenden Grad, daß das Exsudat in Organisation übergeht, die an dieser Stelle unerwünscht ist. Die besagte praktische Regel hat gewiß ihre Bedeutung: doch lehrt die Erfahrung gleichmäßig, daß man durch ein frühzeitiges Oeffnen der Abscesse nicht den beregten Schaden herbeiführt, wenn man nur lange und energisch genug nachher die warmen Umschläge fortsetzen läßt, um den gehörigen Congestionsgrad zu unterhalten. Hierbei geht die noch feste Umgebung in Resolution über, ohne eine entsprechende Eitermenge zu liefern und es bestätigt sich auch hier der in neuerer Zeit dem alten Vor-

urtheil gegenübergestellte Satz, daß die warmen Umschläge nicht den Uebergang in Eiterung vorzugsweise befördern, sondern ebenso wohl vertheilend wirken.

Ich habe schon oben erwähnt, daß diejenigen Mittel, welche als erweichend bezeichnet werden, mehr oder weniger sämmtlich in dem einen Punkte übereinkommen, daß sie die dunstförmige Aussonderung der Haut verhindern. Die feuchtwarmen Umschläge hüllen die Haut in eine Atmosphäre warmer Dünste, die eine Ausdünstung der Haut nach physikalischen Gesetzen unmöglich machen. Wohl kann darunter geschwitzt werden, aber es kann kein Wassergas verdunsten. Denselben Effect haben die fetten und zähen Pflastermassen, die firnißartig die Hautstelle bedecken. Auch unter ihnen wird wohl geschwitzt, aber nicht verdunstet, und auch ersteres kann wegen mangelnden Abflusses nicht bedeutend sein. Der physiologische Effect ist somit: 1) Zurückhalten von Wasser an der entsprechenden Stelle, 2) Zurückhalten von Wärme. Die latente Wärme des Wasserdampfes von 37⁰ C. ist gleich 603, d. h. der als Dunst die Epidermis durchdringende Wasserdampf entführt dem Körper 16 mal mehr Wärme als eine gleiche, in tropfbar flüssigem Zustande ausgesonderte Schweißmenge von 37⁰ C. Dies ist ein Punkt, der bei der Frage über die Wirkung der Ausdünstung eine ernstliche Berücksichtigung verdient. Ist erfahrungsmäßig die Wärme ein Mittel, Congestion zu erregen, wie dies jede erhitzte Hautstelle lehrt, so wird die Zurückhaltung der Wärme unter der Haut sicher denselben Effect, und bis in eine gewisse Tiefe hinab, hervorbringen. Die Zurückhaltung des Wassers würde an einem gesunden Theile wohl von geringem Belange sein, da die Blutströmung den Ueberschuß leicht ausgleichen würde. Hier aber, wo Stockung in den Gefäßen, Serumerguß im Parenchym, Eiterserum in einem, der Circulation gänzlich unzugänglichen Raum sich befinden, muß das Zurückhalten des Wassers von größerer Bedeutung sein und den Zustand der Stase, den wir als temporär erwünscht bezeichneten, unterhalten.

Aus dem Gesagten wird sich auch, um dies beiläufig zu bemerken, der wesentlichste Unterschied zwischen den feuchtwarmen und trocknen warmen Einhüllungen ergeben. Die ersteren verhindern Verdunstung des Wassers, die zweiten vermehren sie; jene halten die Feuchtigkeit in der bedeckten Stelle zurück, diese locken sie hervor, indem sie um den Theil eine warme und trockne Atmosphäre bilden, in welcher die Verdunstung rascher vor sich geht. Sie trocknen aus.

Um aber wieder auf den Zweck der erweichenden Behandlung zurückzukommen, so geht er dahin, das Zerfallen des Exsudates in Eiterzellen möglichst geschehen zu lassen, vielleicht zu befördern, das Exsudat der Umgebung aber durch unterhaltene Congestion und Stase zu verhindern, in Organisation überzugehen, in demselben vielmehr den Uebergang in Resolution auf dem Wege der Resorptionszellen zu unterhalten.

Ein Theil derjenigen Mittel, welche man bei Abscessen anwendet, übt auch einen reizenden Einfluß auf die Haut. Man sagt, die Mittel ziehen. Wiederum derselbe Gedanke, an einer entsprechenden Hautstelle in der Umgebung des Abscesses eine Entzündung zu erregen, damit der durch die Spannung des Abscesses andringende Eiter einen vorbereiteten Weg finde, und die theils durch Resorption, theils durch Eiterung verdünnte Stelle leichter durchbreche.

Vielleicht wäre es hier am Orte, auch Einiges über die Wirkung der

Gegenreize und der ableitenden Methode überhaupt zu sagen. Da es uns aber nothwendig auf das Gebiet der Nervenpathologie führen würde, vor dem ich meine Furcht gar nicht verhehle, so will ich nur noch einige Worte über die vesicantia beifügen, deren Erklärung sich, wenigstens auf der materiellen Seite, genau an das oben Gesagte anschließt. Die Praxis empfiehlt die Vesicantien als Mittel gegen Entzündung, räth aber von ihrer zu frühzeitigen Anwendung wegen ihrer reizenden Wirkung ab. In Entzündungen wichtiger Organe, aber erst nach vorhergehender Blutentziehung, zur Beförderung der Resorption bei Ausschwitzungen u. s. w., zur Anregung bei atonischen Entzündungen. Ich glaube, man kann ihre Bedeutung mit einem Worte geben, sie sind hülfreich zur Bekämpfung von Stasen. Wenn man die Zustände in's Auge faßt, wo sie in Praxi vorzugsweise verwendet werden, so sind es die Stasen. Wir haben so eben gesehen, daß man in der erweichenden Methode zur Unterhaltung der Stase Mittel wählt, die Wasser und Wärme im leidenden Theile zurückhalten. Hier zu ihrer Bekämpfung das Gegentheil. Wir erreichen durch die Blasenpflaster zunächst eine directe Entleerung von Serum. Dann aber auch besonders eine vermehrte Verdunstung. Wir wissen, wie eine der Epidermis beraubte Hautstelle ganz anders verdunstet, als eine mit Oberhaut bedeckte. Den Beweis liefert jede Leiche, die die Spuren eines frischen Vesicators trägt. Noch deutlicher zeigt es sich beim Trocknen anatomischer Präparate, wo die mit Haut bedeckten Stellen noch ganz schlaff und weich sind, während die unbedeckten schon eine Härte wie Holz angenommen haben. Bei der vermehrten Verdunstung geht Wasser und Wärme, besonders in Form der latenten, verloren. Stase und Congestion werden so bekämpft. Es kann parador erscheinen, die Stase durch ein Mittel bekämpfen zu wollen, welches künstlich Stase macht, denn die s. g. Hautentzündung nach Visicatoren ist nichts als Stase. Hierbei ist aber zu bemerken, was eben die Praxis unter dem Ausdrucke von ableitend und gegenreizend bezeichnen will, daß die Application nicht auf die kranke Partie selbst, sondern an einer nahe gelegenen gesunden Stelle geschieht. Die erste Einwirkung, die einen kräftigen Reiz auf die Empfindungsnerven ausübt, als Schmerz, kann auf dem Wege der Nervenleitung vielleicht weiter wirken: wir wissen aber darüber nichts. Die materielle Ausscheidung, zunächst des Serums, dann durch vermehrte Verdunstung, muß aber auch die benachbarten Theile materiell in Contribution setzen und also die in Stase befindlichen mit. Bei eigentlicher Entzündung werden Blasenpflaster fast nie angewendet, wohl aber in den späteren Stadien, wenn das Exsudat schon wieder verflüssigt und somit der Zustand der regressiven Stase vorhanden ist. In den eigentlichen Stasen ist die Praxis mit den Blasenpflastern ganz besonders bei der Hand. Ich darf nur an die Behandlung des hydrops articulationis genu erinnern, wobei, wenn nicht eine bedeutendere traumatische Veranlassung zunächst Blutentziehungen und Kälte erheischt, die meisten Praktiker ihr ganzes Vertrauen auf dieses Mittel setzen. Ebenso in den rheumatischen Stasen, seien sie im Pleurasack, Herzbeutel oder an äußeren Theilen, wenn überhaupt ihre örtliche Behandlung neben dem allgemeinen Leiden indicirt ist. Nichtweniger bei Stase der Schleimhaut, vorzugsweise beim Brustkatarrh, aber auch nicht selten beim Intestinalkatarrh.

Ich darf mich aber nicht weiter in die einzelnen Capitel vertiefen. Es wäre noch Vieles über chronische, atonische, specifische rc. Entzündung zu sagen und nachzuweisen, wie alle diese Unterschiede nur auf verschiedener Theilnahme der begleitenden Congestion und Stase, oder auf einem verschiedenen Schicksale, welches die Entzündungsproducte erleiden, beruhen. Doch ich

will dies Thema verlassen. Wenn wir das bisher über die theoretische Erklärung unserer therapeutischen Methoden Gesagte überblicken, so ergiebt sich leicht, daß die ganze Auffassung von einem ziemlich einseitigen Standpunkte aus geschehen ist. Der Hauptinhalt war der: Wir suchen durch unsere Mittel denjenigen Zustand der Circulation entweder herbeizuführen oder zu unterhalten, welcher der geeigneteste ist, den erkrankten Theil auf demselben Wege und durch dieselben Stadien von den Krankheitsproducten zu befreien, auf denen sie fortschreitend gebildet waren. Bei diesen Betrachtungen behielt ich die mechanischen Verhältnisse immer im Vordergrunde und suchte die Erklärungen auf die einfachsten Erfahrungssätze zu stützen. Ich bin weit entfernt, zu glauben, daß auf diesem Wege das Thema erschöpft und die Wirkung der Mittel erledigend geprüft werden könne. Die Wirkung auf die Nerven, welche nach den neueren Mittheilungen von E. H. Weber (Müller's Archiv, 1847. Hft. IV.) sowohl bei Anwendung der Kälte, als der Wärme durch Verminderung des Leitungsvermögens der Nerven beschwichtigend und schmerzstillend ausfallen kann, die etwaige Einwirkung auf das relative Verhältniß zwischen Endosmose und Exosmose der Gefäße, die etwaige Einwirkung auf die Thätigkeit der Lymphgefäße, die Wirkung auf die quantitative und qualitative Mischung der Blutmasse, — alle diese Punkte bleiben unberücksichtigt. Es geschah, weil wir über alle diese Verhältnisse zu wenig Genaues wissen, um ihren auch nur möglichen Einfluß auf die physiologischen Vorgänge im Detail zu erörtern. Es war nicht meine Absicht, über die Entzündung etwas Erschöpfendes zu sagen, dazu war hier weder Raum noch Bestimmung, sondern ich nahm diesen einen Punkt nur, um daran zu zeigen, wie meiner Meinung nach das hinreichend bekannte physiologische und physikalische Material für die Chirurgie ausgebeutet werden könnte, wie wir unsere praktischen Methoden an die theoretischen Untersuchungen anknüpfen und daran prüfen könnten. Ich glaube wenigstens, daß diese einfachen Blicke, wenn sie auch vorläufig absichtlich einen einseitigen Standpunkt innehalten, um nicht durch Vervielfältigung der Factoren erdrückt zu werden, doch hie und da Licht verbreiten und Erklärungen auf fester Basis möglich machen.

Es ist früher vielfach die Frage erörtert worden, ob aus Entzündung bösartige Geschwülste hervorgehen könnten. Die neuere Physiologie hat über diese Frage entschieden. Ihre doppelsinnige Stellung ließ die widersprechenden Antworten darauf folgen. Entzündung kann keine bösartigen Geschwülste bedingen, aber im Entzündungsproduct kann die s. g. Bösartigkeit Platz greifen. Wir wollen dies näher sehen. Die Lehre von den vegetativen Processen im Organismus ist eine der schönsten Früchte der neueren Physiologie. Sind wir auch nicht dem Grunde des Werdens näher gerückt, so haben wir doch die Formen desselben näher kennen gelernt. Dadurch sind wir im Stande, die pathologischen mit den normalen histologischen Gewebtheilen zu vergleichen und zu bestimmen, ob sie nach ein und demselben, oder nach ganz heterogenen Gesetzen gebildet sind. In Bezug auf die Geschwülste ist dies von großer Wichtigkeit. Wenn man von einer bösartigen Geschwulst redet, so versteht man darunter solche, welche unwiderstehlich um sich greifen, ihre Umgebung fast ohne Ausschluß in ihr Erkranken hineinziehen, die ganze Constitution allmählig untergraben und selbst nach der Exstirpation entweder an derselben oder an einer anderen Stelle wiederkehren. Bei der Deutung dieser Verhältnisse standen sich zwei Ansichten gegenüber. Die eine fand den Grund dieser Bösartigkeit in einer krankhaften Beschaffenheit des Blutes.

Die andere sah in der Geschwulst einen Parasiten, der, gleich einer Schmarotzerpflanze oder einem Helminthen, auf Kosten der umgebenden Substanz lebt, und sie zu seiner eigenen Vergrößerung assimilirt: ursprünglich ist die allgemeine Gesundheit nicht dabei getrübt und die Nahrungssäfte sind unverändert: aber bei längerer Dauer erkrankt der Körper nicht allein durch die secundären Folgen des localen Leidens, sondern auch durch eine Art von Ansteckung des Blutes, woraus sich dann die Wiederkehr nach der Exstirpation erklärt. — In praktischer Beziehung unterscheiden sich beide Ansichten darin, daß die erstere nur in allgemeiner Säfteverbesserung Heil sieht, während die andere in frühzeitiger Exstirpation, so lange noch keine Säfteansteckung vom Localübel aus erfolgt ist, Rettung sucht.

Die histologische Untersuchung weist in den bösartigen Geschwülsten keine Elemente nach, die nicht auch im normalen Gewebe, oder in anderen unschuldigen pathologischen Producten sich finden. Die Zellen unterscheiden sich nicht von den Zellen des Cytoblastem im Fötusgewebe. Die eingeschachtelten Zellen finden sich normal im Knorpel, in der Thymus. Die geschwänzten Zellen und die Fasern gehören dem in der Entwickelung begriffenen Bindegewebe. Die platten Fasern finden sich in den unwillkührlichen Muskeln wieder. Demnach erlaubt eine consequente Schlußfolgerung nicht, den Grund der unaufhaltbaren Vergrößerung in ein Gewebe zu verlegen, welches an andern Stellen im normalen Vorkommen gar nicht diese Wucherungssucht zeigt. Fände man in diesen Geschwülsten ganz heterogene Bildungen, wie man sie z. B. im Favuspilze entdeckt hat, so würde man wohl mit Recht diese selbstständige und rücksichtslose Entwickelung dem abnormen Gewebe zuschreiben und der Name Parasit hätte Sinn. So aber zeigt das Gewebe der bösartigen Geschwulst nicht nur die anderwärts bekannten Elemente, sondern auch den Bildungsgang, welchen die übrigen Neubildungen durchmachen. Die wucherhafte Neubildung von Zellen rc. findet in vorher abgelagertem Exsudate Statt: die Verflüssigung der Geschwulst geschieht auf dem Wege der Körnchenzellenbildung und später der Eiterbildung, so daß dieser Vorgang, welcher hier die heillose Zerrüttung herbeiführt, denen an die Seite tritt, die in anderen pathologischen Producten zur Genesung führen. Ist es somit nicht wahrscheinlich, daß in der Natur des Gewebes die Bösartigkeit liegt, so dürfen wir dieselbe wohl nur in den Einflüssen suchen, welche den Vegetationsproceß bedingen, d. i. Ernährungsflüssigkeit und Nervenmaterie. Letzterer Einfluß wird wohl durch die Wiederkehr der Geschwülste nach der Exstirpation als unwahrscheinlich wegfallen, denn wenn man sich auch denken könnte, daß ein örtliches Erkranken der Nerven eine locale Störung des Vegetationsprocesses, also auch eine örtliche Wiederkehr der bösartigen Geschwülste erklären könnte, so ist es doch nicht erklärlich, wie aus dieser Ursache die Wiederkehr des Uebels an einer ganz entfernten Stelle stattfinden möchte. Es bleibt somit wohl nur die Annahme, daß der Grund des Uebels in dem Material liege, welches zur Vegetation dient, also in den Nahrungssäften, und daß zur Localisirung des Uebels irgend eine Gelegenheitsursache hinreichend sei. Wird diese Ansicht die herrschende, wie es den Anschein hat, so wird dies auf die Praxis den Einfluß haben, daß man bösartige Geschwülste nicht mehr durch frühzeitige Exstirpation dauernd zu beseitigen hoffen wird. Dagegen wird sich die ganze Aufmerksamkeit auf die Bestrebungen richten, durch Einwirkung auf das Vegetationsmaterial dem Uebel entgegenzutreten.

Wenn wir mit Aufrichtigkeit die Mängel unserer pathologischen und therapeutischen Kenntnisse prüfen, so werden wir finden, daß sie gewöhnlich

da am größten und fühlbarsten sind, wo in der Physiologie eine Lücke ist. Eine solche Erkenntniß hat den doppelten Nutzen, daß wir uns einmal den schon gewonnenen physiologischen Resultaten um so inniger anschließen, dann aber auch durch Hülfe in der Forschung da entgegenkommen, wo die Lücken sich zeigen. Eine der größten Lücken liegt noch in der Nervenphysiologie. Aber die Zeit naht, wo auch da Licht werden wird. Die Arbeiten in diesem Capitel sind zwar noch in ihrer Kindheit, aber sie gliedern sich doch allmählig zu einem gewissen Zusammenhange, es treten schon allgemeinere Grundrisse einer möglichen Theorie hervor, und ein glücklicher Gedanke mag vielleicht Licht in das noch verwirrte, aber reich gesammelte Material bringen. Das neunzehnte Jahrhundert wird seinen Harvey finden, der den Mechanismus der Nervencirculation oder der Bewegungserscheinungen in den Nerven, entdeckt und den Erfolg der organischen Zersetzung zwischen Nervenmaterie und Blut zergliedert. Dann werden wir erkennen, in welcher Einseitigkeit wir uns bisher bewegt haben, und wie uns bei der Beurtheilung organischer Vorgänge immer ein Hauptfactor in der Rechnung gefehlt hat. Schon der Gedanke einer reinen Humoral- oder Nerven-Pathologie ist nur das Resultat einer Befangenheit durch den Mangel der nothwendigen Kenntniß, und erscheint er uns schon jetzt unlogisch, so wird er uns dann lächerlich erscheinen. Der Organismus ist so wenig durch bloße Nervenkraft belebt zu denken, als durch bloße Blutthätigkeit. Das Blut lebt nicht ohne Nerven, der Nerv nicht ohne Blut. Und daß die gegenseitige, nicht blos functionelle, sondern auch materielle und chemische Wechselwirkung den eigentlichen Mittelpunkt, den Ausgangspunkt der lebenden organischen Materie ausmache, möchte wohl als Glaubenssatz schon jetzt ziemlich allgemein feststehen.

In welcher Weise sich demnächst diese Räthsel lösen werden, vermag gewiß noch Niemand zu ahnen. Aber unsere Pflicht ist es, jeden Fortschritt auf der Bahn der Nervenphysiologie zu kennen und zu wägen, damit es uns nicht gehe, wie den Zeitgenossen Harvey's, die, in alten Theorien befangen blind neben den Entwicklungen, die zu der neuen Theorie führten, hergegangen waren, und so zu der ihnen neuen und frappanten Entdeckung nichts zu sagen vermochten, als ein starres und hartnäckiges veto. Niemals springt ein neuer Gedanke oder eine neue Entdeckung auf einmal mit beiden Beinen zugleich in die Welt. Anklänge gehen vorher, deren glückliche Benutzung zur Entdeckung führt. Würde sich jeder berufen glauben, die Entdeckung zu machen, sie würde sicherlich früher gemacht; denn wenn viele gute Köpfe denken, muß eher das Räthsel gelöst werden. Die Chirurgie hat ein weites Feld, an diesen Forschungen Theil zu nehmen und die Erfahrungen über Nervenpathologie zu erweitern. Die Lähmungen der Empfindungs- und Bewegungsnerven, die Neuralgien, Trismus, Tetanus, die spastischen Contracturen, die Abnormitäten der Sinnesnerven u. s. w. fallen ihr am häufigsten anheim. Die Behandlung dagegen läßt sehr viel zu wünschen übrig, und selbst die neueren Fortschritte erheben sich wenig über die ersten Anfänge einer besseren Therapie. Möge die Chirurgie hier der Physiologie entgegenarbeiten.

Ich sagte oben, daß physiologische Lücken meistens auch Lücken in der Pathologie und Therapie nach sich zögen. Nirgends kann man dies deutlicher und auffallender wahrnehmen, als wenn man die Augen- und Ohrenkrankheiten vergleicht. Die Optik ist klar, wie das Auge selbst; die Akustik weiß dagegen nichts von den Verhältnissen, in welchen das Gehörorgan zu dem Schalle steht. Die Augenheilkunde ist das Paradepferd der Chirurgie;

die Behandlung der Ohrenkrankheiten ist noch immer der Tummelplatz der Charlataneric.

Der Mangel im Sehvermögen kommt ungleich öfter vor, als der des Gehörs, aber man redet von der Mehrzahl der Fälle gar nicht. Der Patient kauft sich einfach eine Brille. Die genaue Kenntniß der Optik giebt das einfache Mittel. Gewiß wäre der Mehrzahl der Schwerhörigen eben so leicht zu helfen, wenn die Akustik und Physiologie des Hörorgans auf derselben Stufe stände, wie die Optik. In der Akustik giebt es Verhältnisse, welche denen der Optik ganz analog sind. Wie durch die Gesetze der Lichtbrechung und das Accomodationsvermögen des Auges die Möglichkeit gegeben ist, eine Stelle der Netzhaut einzelnen Objecten vorzugsweise auszusetzen, und dadurch diese deutlich zu sehen, während alle übrigen, die gleichzeitig der Netzhaut ihre Strahlen zuwerfen, unbestimmt oder gar nicht gesehen werden, so besteht im Ohre eine ähnliche Vorrichtung, wodurch wir im Stande sind, aus einem ganzen Orchester ein einzelnes Instrument herauszuhören und für sich zu verfolgen. Dies wäre nicht möglich, wenn nicht eine Localisirung der Schallwellen im Ohre stattfinden könnte, ähnlich wie eine Concentration der Lichtwellenkegel im Auge. — So wie wir ferner im Auge die verschiedenen Farben wahrnehmen, so erkennen wir durch das Gehör die feinsten Modificationen der Töne in Weichheit, Härte, Völle, Leerheit u. s. w. Dasselbe a der Geige und der Flöte scheint uns nicht derselbe Ton zu sein. Wie wir ferner grelles und mattes Licht unterscheiden, so unterscheiden wir das piano und forte. — Und doch wissen wir in der Akustik bis jetzt fast nichts weiter, als daß eine gewisse Anzahl von Schallwellen die Empfindung eines Tones von der oder jener Höhe oder Tiefe hervorbringt. Von den übrigen Gesetzen wissen wir so gut wie nichts. Ein Blick in diese Gesetze, und die Ohrenbrille wäre entdeckt und Tausenden geholfen.

Das Gesagte möge hinreichen, zu beweisen, welch bedeutenden mittelbaren und unmittelbaren Einfluß die Physiologie auf die praktische Heilkunde ausübt. Möge es dazu beitragen, in den Kunstgenossen die Ueberzeugung zu bestärken, daß ein wirklicher Fortschritt nur bei umfassender Kenntniß der ganzen Heilwissenschaft mit allen ihren Hülfswissenschaften möglich ist und daß jeder berufen sei, das praktische und theoretische Studium zu umfassen und zu fördern. Möge es dazu beitragen, den schwachen Gedanken, der noch vielfach in den Köpfen des Publikums spukt und noch von vielen Aerzten in eigenem Interesse unterhalten wird, zu entfernen, daß ein Praktikus und ein wissenschaftlich gebildeter Arzt sich vorzugsweise dadurch unterschieden, daß der erstere recht für die Praxis geschaffen und geschickt, der letztere gelehrt und kenntnißreich, aber für die Praxis nicht recht tauglich sei. Gewiß gehören viele Eigenschaften für die Praxis, welche nicht von dem Grade der wissenschaftlichen Ausbildung abhängen, aber eben so gewiß giebt es keine solche Eigenschaft, welche eine wissenschaftliche Bildung aufwiegt oder überflüssig macht. Und wenn irgendwo die Gefahr vorhanden ist, sich durch den Erfolg glänzender Eigenschaften über den Mangel eigentlicher Wissenschaftlichkeit zu täuschen, so ist sie in der Chirurgie vorhanden, und ihr gilt somit dieser Zuruf ganz besonders. Wer nicht in einer wissenschaftlichen Ueberlegung seine Befriedigung findet, weil er ihr nicht gewachsen ist, dagegen sich in glänzenden Operationen genügt und sie als Ziel seines Strebens betrachtet, wird immer weiter fortgerissen zu einer Operationsleidenschaft, wo die Indication immer leichter gestellt und das Gewissen immer

laxer wird. Ein wissenschaftlicher Arzt, ohne Geschick, wird ein schlechter Operateur sein, — ein geschickter Operateur, ohne wissenschaftliche Bildung, ist ein gefährlicher Mensch, wenn er nicht beaufsichtigt wird. Lisfranc sagt, die operative Chirurgie sei ein Beweis der Schwäche der Heilkunst, weil sie das zu vertilgen suche, was wir nicht heilen können. Wie viel schlimmer ist es noch, da zu vertilgen, wo vielleicht noch zu heilen ist.

O. Kohlrausch.

Wachen, Schlaf, Traum und verwandte Zustände.

Im gewöhnlichen Verlaufe des animalen Lebens unterscheiden wir zwei von einander qualitativ verschiedene Zustände, davon der eine, das Wachen, mit Bewußtsein, der andere, der Schlaf, ohne Bewußtsein stattfindet. Ein Mittelzustand zwischen beiden, ein Schlafwachen, ist der Traum.

Außerdem giebt es mehrere, theils physiologische, theils pathologische Zustände, die je nach Graden von Bewußtseinsmangel, oder den daran haftenden verschiedenen psychischen Qualitäten mehr oder weniger jenen sich anreihen, und deshalb im Verfolge gegenwärtiger Betrachtung einige Berücksichtigung verdienen. Dahin gehören: verschiedene ekstatische Affectionen, magnetisches Wachen, Schlafwandeln, Delirium, Manie, Berauschung, Narcotismus, Schlafsucht, Winterschlaf, Ohnmacht, Scheintod, Tod.

In dem Lebensorganismus der Thiere und so auch des Menschen, lassen sich zweierlei Classen von Thätigkeiten unterscheiden, bewußtlose und bewußte.

Erstere erzeugen, bilden und erhalten, in Wechselwirkung mit der Außenwelt, den materiellen Theil, ihre Processe gehören dem vegetativen Leben an. Auf der Grundlage dieser entwickelt sich ein höheres, animalisches Leben, dessen Thätigkeiten, wenn gleich ursprünglich auch materiell bedingt, von einer ideellen Qualität, dem Bewußtsein, begleitet werden, das zwar mit den organischen Erregungen in Verbindung steht, jedoch, eigenen Wesens, aus ihnen durchaus nicht erklärt werden kann.

Den gewöhnlichen Zustand der allgemeinen Erregung dieser bewußten Thätigkeiten beim Menschen und bei den Thieren nennt man das Wachen. Diesem gegenüber, in periodischer Wiederkehr, zum Theil als Folge der durch das Wachen, als einer höheren Erregung eintretenden Erschöpfung, meldet sich ein eigener bewußtloser Zustand, der Schlaf, in welchem die Functionen des wachen Lebens ruhen, dagegen die der Bewußtheit ermangelnden in ihrer Kraft bestehen.

Wenn nun gleich Bewußtlosigkeit und Bewußtsein als wesentliche Charaktere von Schlaf und Wachen zu betrachten sind, so darf man sie doch nicht mit diesen für identisch halten, indem man sie auch an sich, in abstracto, unabhängig von organischen Individuen an geistigen Substanzen vorstellen könnte; sie sind vielmehr als Factoren eines und desselben Grundseins auf-

zufassen, die bei ihrem Hervortreten sich periodisch begränzen und zu relativer Freiheit sich entbinden.

Wenn die organische Thätigkeit als Schlaf aufgefaßt werden soll, muß sie das Wachen im Keime enthalten, ebenso muß im Wachen das Bewußtsein gegen die Bewußtlosigkeit im Kampfe begriffen sein. Diese Spannungsverhältnisse werden freilich nur in den Momenten der wechselseitigen Uebergänge, beim Einschlafen und Erwachen von uns wahrgenommen, sie müssen jedoch auch in Mitten dieser Zustände wirksam gedacht werden, wenn ihr Begriff richtig festgehalten werden soll.

Völlige Bewußtlosigkeit, ohne irgend eine Aussicht zum Erwachen ist kein Schlaf mehr, und jedes Wachsein setzt den Rückfall zu niederen Zuständen des Bewußtseins voraus. Man denkt sich auch gewöhnlich den Schlaf nicht als absolute Bewußtlosigkeit, sondern als einen Grad von Verdunkelung, die ja als solche mit dem Lichte zu gleicher Sphäre gehört, und in ihrer Abgetrenntheit von irgend einer Lichtgränze alle Bedeutung verlieren würde. — Das dem Wachen und Schlafen gemeinschaftliche Substrat ist nun die Seele, das Princip des thierischen Lebens.

Nach dem Standpunkte unserer, von irdischer Schranke befangenen Erfahrung setzen wir die gesammte unorganisch-physische Welt mit allen ihren Materien und Kräften in das dunkle Reich der Bewußtlosigkeit. Und selbst innerhalb der organischen Welt, erscheint uns die Pflanze empfindungs- und willenlos; auch dort, wo auf äußere Reize Bewegungen erfolgen, fühlen wir uns nicht gedrungen (wenn wir nicht etwa mit der zarten Blumensympathie der Inder begabt sind) innere, dem Bewegungsreiz entsprechende Sensation anzunehmen. Doch schon in der dem Pflanzenreich so nahen Region der Polypen, Quallen, Infusorien, führt die Erscheinung der theils regellosen, theils zweckmäßigen Bewegungen zur Annahme eines der Willkühr, der Selbstempfindung fähigen Wesens, das durch seinen individuellen Organismus äußern Reizen und inneren Anregungen gemäß reagirt. So dämmert auch für die naturhistorische Anschauung eine eigne Welt des Bewußtseins in immer weiteren Kreisen der organischen Schöpfung herauf, bis innerhalb dieser das Selbst- und Weltbewußtsein des Menschen wie eine geistige Sonne alles weit überstrahlt, von wo aus neues Licht, das der objectiven Erkenntniß, in alle andere Regionen gespendet wird. Denn nur in dem Grade als er selbst begeistert ist, setzt der Mensch den Geist auch in der Welt um ihn.

Innerhalb dieses Reichs des Bewußtseins von den dunkelsten Regionen der Thierheit bis zum Menschen, findet auch fortwährend jener Wechsel von Wachen und Schlafen Statt und die Betrachtung dieser Zustände muß hier die ihr angemessenen Objecte aufsuchen.

Ehe wir in den Gegenstand ganz eingehen, sei uns vorläufig erlaubt mehrere der mit dem gemeinen Sprachgebrauch selbst gegebenen Begriffe einiger Modificationen des Bewußtseins in ihrer Beziehung zum Wachen und Schlafen naher zu betrachten. Wachen bedeutet zunächst, aus natürlichen Gründen in dem gewöhnlichen mittleren Grade der Besinnung sich befinden, als bloßes Wachsein im Gegensatz des Schlafes; ferner bedeutet das Wachen eine active frei unterhaltene Spannung des Bewußtseins gegen die Außenwelt, eine Tendenz nach Wahrnehmungen von Gegenständen überhaupt, oder in Beziehung auf bestimmte Zwecke, z. B. zur Bewahrung und Ueberwachung eines uns anvertrauten Gutes. Das Wegbleiben des Schlafes bei solchem activen Wachen ist nicht Zweck, sondern natürliche Folge desselben.

Dagegen giebt es ein Wachen, das sich gegen den Schlaf selbst wendet und ihn verscheucht, wo er das Bewußtsein zu übermannen droht, das Auffein, Aufbleiben. — Man erhält sich wach, tief in die Nacht hinein, auf Unkosten des normalen Schlafs und überwacht sich so, daß man dann nicht mehr einschlafen kann. Hier ist der eine Factor der Seelenthätigkeit, der des Wachens, gegen den anderen, des Schlafs, gewendet, und behauptet das Uebergewicht. Die Richtung der Wachthätigkeit ist hier dann entweder eine unmittelbar subjective, oder sie ist durch vorwaltend objective Tendenz, Sinnenerregung, äußere Bewegung vermittelt. — Mehr in tropischer Form brauchen wir den Begriff des Wachens und des Schlafes zur Bezeichnung geistiger Zustände. Man nennt einen Menschen aufgeweckten Geistes, wenn er auf leichte Weise jede geistige Anregung von Außen empfängt, auf selbe reagirt, alle geistige Functionen mit einem großen Grade von Besinnung und schwunghaft vorzunehmen im Stande ist. Das Gegentheil davon ist der träge, schläfrige Geist.

Munterkeit bedeutet fast dasselbe was Aufgewecktheit; die Worte munter und Wachsein braucht man abwechselnd. Mit beiden verwandt ist die Frischheit, welche in immer neuer Receptivität für Eindrücke besteht, immer neue Lust zur Thätigkeit bewahrt. Die Jugend hat in dieser Hinsicht Frische des Geistes, doch kann sich diese bei angeborener Anlage und gehöriger Schonung von Kraft und Receptivität auch bis ins hohe Alter erhalten.

Man erwacht aus dem Schlafe, und geht aus einem bewußtlosen Zustande in einen bewußten über. Der Begriff des Erwachens wird jedoch auch auf jeden anderen Uebergang aus einem weniger bewußten in einen bewußtvolleren Zustand, oder selbst nur auf verschiedene Richtungen der Geistesthätigkeit angewendet. Wenn Jemand in Gedanken vertieft die Aufmerksamkeit von der Außenwelt abgekehrt hat, so erweckt man ihn durch irgend eine Ansprache, und bringt so sein Inneres wieder in Verbindung mit der Umgebung. Man weckt die Aufmerksamkeit, das Gefühl, den Trieb, das Interesse, das Talent, das Genie, jede Art psychischer Anlage. Diese werden wach erhalten, durch sich selbst, durch die in Schwung gebrachte Selbstbewegung, durch subjective Wechselwirkung der psychischen Kräfte unter einander, aber auch durch die Reize, die prästabilirt in den Objecten selbst liegen. Man spricht ferner vom Erwecken, Erwachen, Wachsein des Gewissens, vom Einschläfern, Einschlafen desselben. Auch auf die Zustände des Volkslebens wird der Begriff des Wachens angewendet. Das Volk ist zum Bewußtsein erwacht, es wacht über seine Interessen, man weckt durch Reden, Schriften, Associationen öffentliche Institute und erhält wach das Bewußtsein im Volke, man steigert es durch Verbreitung und Vervollkommnung der Ideen, die aus seinem Wesen und seiner Lage hervorgehen und durch die Thaten, die Folge davon sind. Auch unabhängig von Bewußtseinszuständen, wird die Kategorie des Wachens auf jede Art von Erregbarkeit übertragen. Es erwacht der geringere Lebensgrad zu einem höheren, der Keim zur Pflanze, die Knospe zur Blume, der Winter zum Frühling. So auch erwacht und wird geweckt die physikalische Kraft aus dem Zustande der Gebundenheit in den der offenbaren Wirksamkeit.

Noch angemessener gilt dies von den Verhältnissen der Erregbarkeit, der Erregung im Gebiete des vegetativ-thierischen Organismus.

Wir sehen schon im Allgemeinen aus diesen wenigen Bemerkungen, daß der Begriff des Wachens einen Zustand erhöhter Activität bedeutet, im engeren Sinne aber sich nur auf die erhöhte Activität der mit Bewußtsein

erfolgenden animalen Processe, oder noch näher, auf Seelenthätigkeiten bezieht.

Wenn wir nun das Wachsein nach seinem Vorkommen in den Reichen der lebenden Natur aufsuchen, so finden wir es zunächst dort, wo das Seelenleben am meisten entwickelt sich zeigt, in der Menschenwelt, sodann im Thierreiche. Ueberall kommt es hier mit seinem complementären Gegensatze, dem Schlaf, in periodischem Wechsel vor, auf dessen Hintergrunde es wie die Lichtparthie des Bildes hervortritt.

Die Phänomenologie des Wachens in allgemeinster Auffassung wäre gleichzusetzen der Naturgeschichte des Bewußtseins im Thier- und Menschenreiche, oder wo es sonst vorkommen möge, und würde uns, wenn wir sie hier darstellen wollten, weit über die Gränzen der gegenwärtigen Aufgabe führen.

Wir beschränken uns auf die Betrachtung der gewöhnlichsten Erscheinungen des Wachseins beim Menschen und den uns näher gestellten Thieren, wobei wir nothwendig als Complement des Wachens gelegentlich und vorläufig auch des Schlafs erwähnen müssen. Vorerst die äußerlich am Körper des Menschen und der Thiere sichtbaren Phänomene des Wach- und Munterseins zeigen sich schon durch die Haltung und die Bewegungen des ganzen Körpers und seine Extremitäten. Das wache Thier steht oder bewegt sich von Stelle zu Stelle, es wandelt auf dem Erdboden, oder fliegt in der Luft, schwimmt im Wasser, schleicht, läuft, springt, hüpft. Kopf, Ohren, Augen, Tastorgane sind in Bewegung. Bei Hunden, Katzen, Pferden u. a. giebt die Haltung und Bewegung des Schwanzes Kunde von inneren Gemüthszuständen; beim Rinde, Pferde, dient er auch zur Verscheuchung zudringlicher Zweiflügler; bei Affen, Känguruh's, Springhaasen, Beutelthieren, Eichhörnchen, Biebern rc. hat er auch sonst verschiedene Verrichtungen beim Klettern, Springen u. a. Die Nase, das Gebiß, die Zunge, der Hals geben jedes nach seiner Weise Zeichen des Wachseins der Thiere. Die Stimmorgane melden an die Außenwelt die inneren Zustände der Seele nach ihrer ästhetischen und intelligenten Seite, die Körper- und Seelengefühle der Lust und des Schmerzes, des Hungers und Durstes, der geschlechtlichen Regungen, des Zornes, der Furcht und des Muthes. Durch sie sprechen die Thiere mit einander und verständigen sich. Die Singvögel legen eine kleine musikalische Welt ihres Innern durch ihren Gesang dar. Die Ohren sind bei den meisten Säugethieren in beständiger Bewegung, werden bald vorwärts, bald zur Seite, bald rückwärts gewendet oder bleibend einer Gegend zugekehrt nach Verschiedenheit des Eindrucks hörbarer Gegenstände, und werden so ein Zeichen der immerwachen Aufmerksamkeit und ihres Wechsels mit dem Wechsel der Richtungen des Schalls. Kein Theil drückt aber mehr den wachen Zustand höherer Grade aus, als die Augen, die Spiegel der Seele. Der belebte Blick, seine Richtung nach außen, sein Verfolgen sichtbarer Gegenstände, malt uns gleichsam äußerlich die sinnlichen Anschauungen, welche dadurch zur inneren Wahrnehmung gelangen. Besonders die Vögel geben durch die Lebhaftigkeit ihrer Augen, die Beweglichkeit ihres Kopfes und Halses und des ganzen Körpers ein vollendetes Bild der Munterkeit, des Wachens. Am entschiedensten aber erkennen wir aus der Zusammenwirkung der Bewegungen zur Realisirung gewisser Zweckbegriffe den Zustand des Wachseins der Thiere und werden dadurch in die ideelle Sphäre ihrer Seele eingeführt. Das Wachsein des Menschen erkennen wir gleichfalls an allen den Zeichen in der Gesichtsphysiognomie, dem Blick, dem Mienenspiel, den Gebehr-

den, Arbeitsbewegungen, Sprache u. a., wodurch überhaupt ein actives Wechselverhältniß zwischen seinem Innern und der Außenwelt unterhalten wird.

Das Wachen wechselt periodisch mit dem Schlafen, und nimmt im mittleren Lebensalter des Menschen etwa zwei Drittel (14 — 16 Stunden) des Tages ein. Gleich nach der Geburt und in der ersten Kindheit bleibt für das ohnedem noch sehr unentschiedene Wachen kaum die Hälfte der Tageszeit übrig, im höheren Alter nimmt bei vielen Menschen das Wachen mehr als drei Viertel der Zeit des Tages ein, indeß bei anderen es fortwährend normal bleibt. Schlafsucht des hohen Greisenalters gehört schon zu den pathischen Zuständen. Gewöhnlich fällt das Wachen mit der Lichtperiode des Tages zusammen. Jedoch findet hier kein nothwendiger Causalitätsnexus Statt. Wir wachen nicht darum, weil die Sonne scheint, oder schlafen ein, weil sie untergegangen. Ein solches gleichsam somnambules Verhältniß zwischen unserm Organismus und dem Tagesgestirn waltet durchaus nicht ob. Wir können die Periodizität des Schlafens und Wachens willkührlich verkehren, und so finden wir auch bei den verschiedensten Classen der Thiere Nachtwachende und Tagschläfer. Jene Coincidenz scheint also blos darauf zu beruhen, daß der Tag die Geschäfte unsers wachen Lebens begünstigt, die Nacht ihnen hinderlich ist, was denn zur Heranbildung des menschlichen Wach- und Schlaf-Instincts gedient haben mochte. Uebrigens kann auch nicht geleugnet werden, daß das Licht schon an und für sich zu den Weckern des animalischen Lebens gehört. Das Raubthier wacht bei Nacht, die seinem Geschäfte günstiger ist. Auch der menschliche Räuber verschläft den Tag, um die Nacht zu durchwachen. Mancher Gelehrte zieht die Stille der Nacht und das mildere Licht der Lampe für seine Beschäftigungen dem lauten, blendendem Tage vor und richtet danach sein Wachen und Schlafen ein, ohne die geringste Störung seines Organismus. Auch die Thiere können in dieser Hinsicht künstlich ganz abweichende Angewöhnungen annehmen.

Man kann das Wachen, sowie auch den Schlaf unter dem Begriffe einer Function auffassen. Das Wachen ist eben die Totalfunction der Functionen des psychischen Lebens, in wiefern dieses durch Sensibilität, Vorstellungen und willkührliche Bewegung gegen die Außenwelt vermittelt ist. Aber auch der Schlaf ist eine Function des animalen Lebens, denn nur das Wachende ist eigentlich des Schlafes fähig, das vegetative Leben schläft nicht, wacht aber auch nicht, obgleich es immerdar thätig ist.

Das Wachen hat bei verschiedenen Individuen nach Verschiedenheit der Lebensalter, Geschlechter, Temperamente, Culturgrade, Beschäftigungsarten u. s. w. gar mannichfache Modalitäten und Intensionsgrade. Auf der Höhe des Lebens, zwischen dem vierzigsten und sechzigsten Jahre, findet sich das einzelne Individuum in der höchsten Erregung des Wachseins, indem theils die subjective, psychische Kraft dann am meisten entwickelt ist, theils die äußeren Verhältnisse und Beziehungen als Weckungsmittel des psychischen Lebens sich am meisten vervielfältigt haben. In der ersten Kindheit ist der Grad des Erwecktseins am geringsten, steigert sich fortwährend mit den Knabenjahren, dem Jünglings- und Mannesalter und nimmt im höchsten Alter wieder ab. Man muß jedoch hier die absolute und relative Quantität der Besinnung unterscheiden, welche letztere in Hinsicht ihrer Intensität durch ihre Schranken bestimmt wird. In Hinsicht der absoluten Quantität ist im mittleren Alter die Summe des Bewußtseins, der Besinnung am größten. Im Knaben- und Jünglings-Alter ist die absolute Summe zwar geringer, jedoch kann die Intensität dennoch gleich oder noch höher sein, theils wegen größe-

rer Erregbarkeit durch die noch neuen Reize der Außen- und Innen-Welt, theils wegen der heftigeren Bewegung nach Außen, hauptsächlich aber wegen der kleineren Wirkungssphäre, innerhalb welcher eine geringere Sammlung der Seelenkraft, also eine relative größere Quantität des Bewußtseins stattfindet. Hier gilt die Umkehrung des Satzes: »pluribus intentus, minor est ad singula sensus, nämlich auf je weniger Gegenstände die Kraft der Seele sich wendet, desto größer ist ihre Wirksamkeit. So behauptet auch beim Weibe die an sich geringere Bewußtseinsquantität in beschränkterer Sphäre dieselbe oder noch größere Intensität der Besinnung, als beim Manne eine größere Quantität innerhalb eines weiteren Umfanges der Thätigkeit. Im gewohnten Kreise der eigenen Wirksamkeit kann man einen sehr bedeutenden Grad der Besinnung erlangen, der jedoch sogleich verloren geht, sobald wir fremden Verhältnissen gegenüber gestellt werden. Die Intensität und Extensität der Besonnenheit stehen mit einander in gegensetzlicher Spannung. Je mehr wir die Seelenkraft ins Einzelne zusammendrängen, desto sparsamer füllt sie den übrigen Umkreis aus, und umgekehrt, je mehr wir den Sinn ins Ganze vertheilen, desto weniger sammelt er sich im Einzelnen, ganz nach dem obigen Spruche. Doch giebt es auch, wenigstens zeitweilige Anstrengungen der Seelenkraft, und das sind gerade die Zustände der höchsten Gewecktheit oder Besinnung, wo sowohl die Theile, als das Ganze mit größter Intensität des Bewußtseins durchdrungen werden. Die Bewußtseinsthätigkeit hat nämlich im Menschen zwei Grundrichtungen, eine nach Außen gegen die uns umgebenden Dinge, das Weltbewußtsein, und eine nach Innen, das Selbstbewußtsein: es kann nun die eine oder die andere Richtung vorwalten, oder sie stehen mit einander im Gleichgewicht. Gerade in diesem Gleichgewichtspunkte ist vorwaltend der Sitz des Wachseins der Besinnung, des vollkommenen Beisichseins. Von da aus geht der Weg entweder nach Innen, als subjective Vertiefung, Ekstasis des Gefühls, des Gedankens, der Willenskraft, oder das Bewußtsein wendet sich ganz nach Außen, als objectives Verlorensein in sinnlicher Anschauung, im äußeren Thun und Streben, als ein Außersichsein. In jeder dieser beiden einseitigen Richtungen des Bewußtseins wird die Besinnung mehr oder weniger, verdunkelt, indem die Differenz der Subjectobjectivität, in deren Schwebepunkte das Bewußtsein am intensivsten ist, in der einen oder andern Sphäre, in völliger Gleichgültigkeit und Ununterscheidbarkeit untergeht.

Besonnenheit nennen wir eine solche Verfassung des Geistes, wo das unser Selbst bei den mannichfachsten Einwirkungen der Außenwelt in jedem Momente im vollkommenen Bewußtsein seiner subjectiven Kraftmittel bleibt, um nach Außen stets angemessen zu reagiren. Dies nennt man die Fassung, ein Insichgefaßtsein oder Beisichsein, worin auch die erhöhte Spannung der Receptivität nach Außen begriffen ist, um die Einwirkungen gehörig zu empfangen: darin liegt auch eine Tendenz gegen die Zukunft, eine Voraus- und Vorsicht, sowie eine Richtung in die räumliche Ferne, eine Um- und Uebersicht. Da die Besonnenheit immer auf ein Handeln sich bezieht, so ist sie auch stets mit sehr intensiver Denkthätigkeit verbunden, zur Bildung von Zweckvorstellungen. Als Beispiele von Zuständen, wo erhöhte Grade von Besonnenheit erfordert werden, führen wir an: »den Redner, der aus dem reichen Vorrathe seines Wissens und seiner Erfahrungen, die seinen Zwecken angemessenen Gedanken schafft, sie mit schneller Wahl der richtigsten Ausdrucke in Worte kleidet, und damit die Ueberzeugung der Zuhörer lenkt und ihre Herzen bewegt, — den Feldherrn im Gewühle der Schlacht, der die

verschiedensten Anordnungen ertheilt, und unvorhergesehenen Zufällen sogleich mit Entschiedenheit begegnet, — den Schiffsmann im Meeressturm, — den Dichter als Improvisator, — den musikalischen Virtuos, — den Schauspieler, — den gymnastischen Künstler u. s. w.« Dagegen fordern sehr viele Beschäftigungen des bürgerlichen Lebens, bei Handwerken, Fabriken, Aemtern, landwirthschaftlichen Beschäftigungen u. s. w. nur einen geringen Grad von Besinnung, und werden häufig nur mit halbem Bewußtsein, automatisch oder mechanisch ausgeübt, indeß die Seele ihren Vorstellungen halb träumend nach anderen Seiten freien Lauf läßt, oder in Gedankenlosigkeit verharrt. Zu solchen Zuständen des verminderten Wachens gehört auch das dolce farniente der Italiener, die träumerische Ruhe der Orientalen. Im Gegentheil finden wir bei den Nordländern ein erhöhtes Wachsein in rühriger Geschäftigkeit ausgedrückt.

Es giebt nun mehrfache Sphären psychischen Lebens, in denen das Bewußtsein auf eigene Art im Wachen begriffen sein kann. Vorerst unterscheidet man im weitesten Umfange eine niedere Sphäre, die der Sinnlichkeit, und eine höhere, die der Vernunft. Sodann in specielleren Begränzungen nach verschiedenen subjectiven und objectiven Gebieten, innerhalb welcher die Aufmerksamkeit durch besondere höhere oder mindere Interessen geweckt und gespannt erhalten wird. Das Wachen in der niederen Sinnesphäre haben wir mit den Thieren gemein. Jedoch läßt sich dieses beim Menschen nicht so genau abgränzen, indem die höheren, rein geistigen Vermögen frühzeitig und unter allen Lebensformen in die niedere Sphäre eingreifen. Höchstens ließen sich die ersten Jahre der Kindheit unter diesem Gesichtspunkte auffassen. Verwilderung jeder Art und Blödsinn gehören zu den pathischen Zuständen. Ein höheres Erwachen in das eigentlich menschliche Bewußtsein feiert das Individuum durch den Eintritt in die socialen Verhältnisse, unter den Formen der Religion, des Staats, der Wissenschaft und Kunst, wodurch es sich zu dem höchsten Standpunkte der Menschheit und der Geistigkeit erhebt. Es giebt für alle diese Stufen des Erwachens und des Wachseins eine gemeinsame Formel, das Heraustreten aus subjectiver Beschränktheit in ein weiteres objectives Gebiet, mit dem das Subject fortan in höhere Wechselwirkung eingeht, und es mit seinem Wesen erfüllt, woraus wieder eine höhere Besinnung sich entwickelt.

In der Nacheinanderfolge der Lebensalter, innerhalb eines menschlichen Lebenslaufs zeigt sich der erste Grad des Erwachens schon bei der Geburt durch den Uebergang aus früherer bewußtloser Dunkelheit des Embryolebens in die Sphäre der Sinnesempfindungen, woraus sich das Subject als organisches Selbstgefühl zurücknimmt. Die räumliche und zeitliche Objectenwelt schwebt hier nur erst als Ahnung hinter den andringenden Reizen des Lichts, des Schalles, des Geruchs und Geschmacks, der körperlichen Lust- und Schmerz-Gefühle, in deren Folge lebhafte Affecte in Bewegung gerathen, und ein dunkles Bild des eignen Selbst im Bewußtsein sich entwickelt. Im weitern Fortgange dieser ersten Lebensströmung beruhigt sich die Fluth dieser Seelenbewegungen, und der erstarkende Verstand gewinnt Besinnung, um hinter den Rührungen der Sinne nach Objecten zu suchen, die jenen Bedeutung und Gestalt verleihen sollen; die Vermittlung machen hier die willkührlichen Bewegungen, woraus ein objectiv-subjectiver Raum entsteht, innerhalb dessen die Empfindungen zu Anschauungen aufgebaut werden. Dieser Proceß objectiver Anschauung beginnt schon mit dem Freiwerden des Kindes vom Mutterarm, vom Busen der Mutter, sobald es auf dem Boden

zu kriechen anfängt, und sodann auf eigenen Füßen sich erhebt. Nun individualisiren sich ihm die Gegenstände immer mehr und mehr, es unterscheidet lebendige und leblose Dinge, und findet sich selbst als Lebendiges unter den Lebendigen. Mit dem Leblosen verfährt es zerstörend oder auch schonend, je nachdem es ihm gleichgültig oder lieb geworden ist, gebraucht es als Spielzeug oder als nützliches Geräthe. Doch auch das Lebende muß nicht selten seine forschenden Zerstörungsversuche erfahren, bis der Begriff der Freiheit und Selbstständigkeit des eigenen Lebens in ihm erwacht, und es fortan dem Lebendigen neben sich gleiche Existenz gewährt. Mit diesem Vertrag erwacht auch in ihm das Bewußtsein des eigenen Lebens, das Lebensgefühl, das es im muthigen Spiel seiner Bewegungs- und Sinnes-Kräfte darzuleben sich freut. Mit den freien Bewegungen, mit der Erfassung der Gegenstände in objectiver Anschauung beginnt auch die Bildung der Zweckbegriffe und diesen entsprechende Behandlung der Gegenstände. Die objective Anschauung wird in subjectiver Sphäre durch Vermittlung des Gedächtnisses zur Vorstellung reproducirt, diese in freier Imagination willkührlich, oder gewissen Bedürfnissen entsprechend, verändert, und nun versucht sich die praktische Kraft, die verwandelte Vorstellung auf die wirklichen Dinge zu übertragen, diese ihr gemäß gleichfalls abzuändern. So wird das erste zwecklose Spiel, in welchem sich die Kräfte nach ihrer eigenen Norm bewegten, zur Arbeit, wo eine fremde Norm die Bewegung bestimmt, und dem neuen Weltbürger ists gar ernst um die Productionen und Erstrebungen seines Verstandes, und er verwahrt sie mit aller Lebhaftigkeit des höher erwachten Affectes gegen jede Störung und Zerstörung. In diesem Trotz der selbstständigen Anschauung und freien Zweckbewegung tritt der Knabe als eigenes, freies Selbst mit eigenem Vorrath von Zweckvorstellungen, Wünschen und Willensentschließungen anderen Lebendigen ähnlicher Art gegenüber, deren subjectives Inneres ihm durch äußere Zeichen, durch Laute und Gebehrden sich erschließt, deren erkannte Zwecke die seinigen beschränken und ihm ein bestimmtes Gebiet der Thätigkeit anweisen. Er findet neben seinem Selbst auch fremde Selbst in den Dingen außer sich. Er findet sich veranlaßt, die eigene nur ihm zugängliche subjective Welt der Vorstellungen, die eigene, denkende, fühlende und wollende Seele auch gewissen Dingen außer sich zuzueignen, und so bildet sich um ihn eine psychische Welt von Personen, nahen oder gleichen oder höheren Werthes mit ihm selbst. Diese Art höherer Anschauung nenne ich die psychische zum Unterschiede der früheren blos psychischen und physiologischen. Mit diesem Fortschritte im Leben beginnt die Periode der Disciplinirung der bisher freien, spielenden Kraft zur Sitte, zum religiösen Cultus, zur Wissenschaft, Kunst und Technik. Alle Verknüpfungsmittel zwischen Individuen und Gesellschaft, Sprache, Schrift, jede Art von Darstellung des Idealen im Realen werden angeeignet, geübt und zur Vollkommenheit gebracht. Endlich tritt der Jüngling ins gesellschaftliche, bürgerliche und Staatsleben, um dem geistig Erworbenen volle Anwendung zu verschaffen, und nun stellen sich fest die socialen Verhältnisse, und erweitern und vervielfältigen sich bis zum vollsten Wachsein auf der Höhe des männlichen Alters.

Wir gehen nun zur Betrachtung des dem Wachen entgegengesetzten Zustandes, des Schlafes über, und werden später zur vergleichenden Auffassung beider wieder zurückkehren, wo es denn auch möglich sein wird, einige Beiträge zur Theorie derselben zu liefern.

Nach Umlauf des gewöhnlichen Zeitmaaßes der Anstrengungen des

Wachens, der psychischen Spannung nach Außen, entwickelt sich eine Disposition zur Wiedereinkehr in die gegensatzlose Subjectivität, die Neigung zum Schlafe. Es ist nicht nothwendig Ermüdung oder Erschöpfung der physischen und psychischen Kräfte damit verbunden, wie dies sonst nach übertriebenen, lange anhaltenden Kraftäußerungen der Fall ist, wo bei noch vollem Wachsein der Seele das Gefühl der Müdigkeit und Schwäche uns hindert, die Anstrengungen noch ferner fortzusetzen, und uns einladet, die Ruhe zu suchen, wo dann im gleichmäßigen Fortgange der Reproduction neue Kräfte gesammelt werden, ohne daß es nothwendig zum Schlafe käme. Es ist im Schlafe ein eigenes positives, dem Wachen direct entgegengesetztes Wesen, kein bloßer Mangel oder niederer Grad der Kraft. Das Agens des Schlafes ergreift das Leben auch in vollster Erregung des Wachens, sobald seine Zeit gekommen ist. Die Sinneskraft verdunkelt sich und geht über in die Sinnlosigkeit. Das Auge, noch offen, empfängt zwar noch die Einwirkungen des Lichts, aber bald werden sie nur sehr unbestimmt und bald gar nicht empfunden, oder wenn auch empfunden, verarbeitet sie nicht der innere Sinn zu Anschauungen, faßt sie nicht ins Gedächtniß, bringt sie nicht in die Gesellschaft früherer Vorstellungen. So entschwindet dem Gesichtssinn der Gegensatz des Aeußern und Innern und bindet sich in einer subject- und objectlosen Indifferenz. Das Gehör vernimmt noch am längsten den weckenden Schall; doch gemach regt auch dieser nicht mehr auf und wird nicht mehr vernommen, und in tiefer Stille versinkt die Welt. Dasselbe widerfährt den Sinnen niederer Stufe, dem Geruch und Geschmack. Das leibliche Gefühl, besonders das der Haut, verliert allmählig die Empfindlichkeit für die mittleren Wärme- und Kältegrade, auch der Druck der Umgebungen wird nicht mehr empfunden. Der Körper scheint auf der Unterlage mehr zu schweben, als darauf zu lasten. Oft geschieht es denn, daß, wenn durch plötzliche Weckung das Gefühl in die gedrückten Hautstellen wieder einschießt, es scheint, wie wenn wir aus dem Zustande des Schwebens mit einemmale auf harten Boden gefallen wären. Eine Erfahrung, die wohl die Meisten beim ersten Einschlafen werden gemacht haben. Waren Schmerzen im Körper, werden diese bald beschwichtigt, die Nachklänge der Lust schweigen still. Merkwürdig ist ein eigenes Wohlgefühl von sanftem Druck, das sich leise um die Schläfe zwischen Aug' und Ohr lagert, und sich steigernd und ausbreitend diese Sinne in seine Nebel hüllt, das ich jedesmal beobachte, wenn sich bei mir Schläfrigkeit einstellt. Ein andermal nimmt dieses Wohlgefühl zuerst die Stirne ein und steigt gegen den Scheitel herauf. Ein ähnliches Gefühl legt sich mit sanften Banden um die Handgelenke und um alle Gelenke des Körpers. Auch am Halse, der Herz- und Magengegend und längs des ganzen Rückgraths melden sich nicht selten ähnliche Empfindungen, eine Art von Kitzel, auch wohl von einem gelinden Frösteln begleitet. Dieselbe Empfindung in der Umgegend der Rückgrathssäule ist's, die das Gähnen, oder wenigstens einen Gähnungsversuch zu erregen pflegt. Ein andermal reflectirt sie sich in den Muskelnerven und explodirt in einem allgemeinen Dehnen. Diese Erscheinungen wechseln jedoch nach Verschiedenheit der Individualität, und mögen auch bei katharrhalischen, rheumatischen, gichtischen, gastrischen und andern pathischen Affectionen Abänderungen erleiden. Alle diese Empfindungen haben das Eigenthümliche, daß sie auf die Klarheit der Sinneskraft gleichsam antagonistisch, oder durch Ableitung verdunkelnd einwirken. Sie haben in dieser Hinsicht eine Verwandtschaft mit dem geschlechtlichen Wollustgefühl, von dem ähnliche Wirkungen bekannt sind. Wir brauchen hier nur

an die gemeinen Ausdrücke: süßer Schlaf, süßes Bett ꝛc. zu erinnern und an die Wollust, mit welcher viele Menschen sich dem Schlummer hingeben, wo sie im halben Bewußtsein dieser seligen Betäubung erst recht inne werden und darin einen wirklichen Genuß suchen und finden. In der Bewegungssphäre zeigen sich beim Einschlafen folgende Erscheinungen. Wenn uns der Schlaf nicht zu schnell übermannt, suchen wir, noch bei halbem Wachen, eine bequeme Lage, am liebsten die horizontale auf dem Rücken mit erhöhtem Kopfe, oder die eine oder andere Seitenlage mit eingezogenen Beinen, wenn im Freien, den Arm unter dem Kopfe, wenn keine andere Unterlage vorhanden. Auch die sitzende Lage wird gewählt; überhaupt jede solche, wo dem Körper möglichst viele Unterstützungspunkte gegeben werden, wobei die Muskeln des Rumpfes und der Glieder aus einseitigen Spannungen befreit werden, und ein möglichstes Gleichgewicht der Antagonisten herbeigeführt wird. Dieser Lösung der Muskelkräfte geht ein Gefühl von angenehmer Trägheit und Eingenommenheit der Muskelnerven vorher, welche alle Bewegungen erschwert. Instinctmäßig tritt dann ein Dehnen der Glieder und des Rückgraths, und ein Gähnen ein, wodurch jenes Muskelgefühl augenblicklich durch die Compression der Nerven gesteigert und wohl auf eine Weile beschwichtigt wird, und wodurch wir wieder auf längere Zeit wach erhalten werden. Willkührlich kann auch jenes Trägheitsgefühl durch Anstrengung der Muskeln und durch Massiren derselben beseitigt werden. Jenes Schläfrigkeitsgefühl nimmt besonders und constant die Umgebung der Augen und die Augenhöhlen ein. Die Augenlider gehen allmählig in die Halbschließung über und schließen sich endlich ganz, indem der Kreismuskel über dem Aufheber des obern Augenlides die Oberhand gewinnt. Dieser ist der Muskel des Wachens, indeß jener sich an andere, halbautomatische Schließer anreiht und so dem Dienste des Schlafes ergeben ist, wie denn auch bei Tage seine Unwillkührlichkeit durch das immerfort wiederholte instinctive Zublinken bekundet wird. Bei dieser Operation der Schließmuskeln zieht sich der Augapfel etwas in seine Höhle zurück und wendet die Protuberanz der Hornhaut nach oben und innen. Man kann diese bei großäugigen, zarten Subjecten dunkel hervorragend durch das obere Augenlid durchschimmern sehen, was einen fast unheimlichen Eindruck gewährt. Beim Bestreben, sich wach zu erhalten, sucht man jenes Gefühl der Trägheit der Augenlider gleichfalls durch Druck zu beschwichtigen, indem man die Augenlider kräftig zuschließt und so die Augen zusammenpreßt, oder indem dieselben mit den Fingern gerieben werden.

Wir wollen an dieser Stelle, wo wir in die Region des tiefen Schlafes einzutreten im Begriffe sind, Einiges über die Weckungsmittel sprechen, die von selbst oder mit unserm Zuthun geeignet sind, den Eintritt des Schlafes auf eine Zeit von uns zurückzuhalten.

Wenn der Schlaftrieb entweder in normaler oder krankhafter Weise das Bewußtsein beschleicht und das Gefühl der Schläfrigkeit mit unüberwindlicher Gewalt alle unsere körperlichen und psychischen Kräfte in die dämmernden Tiefen des Schlafes herabzieht, finden wir uns dennoch oft veranlaßt, diesem Zuge zu widerstreben, und sehen uns nach allerhand künstlichen Weckungsmitteln um. Hingegen möchten wir ein andermal gern uns dem Schlafe hingeben, wenn nicht allerhand weckende Ursachen auf uns einwirkten, welche den Schlaf von uns verscheuchen. Für beide diese Fälle ist

es für uns theoretisch und praktisch interessant, diese Weckungsmittel näher kennen zu lernen. Man kann sie vorerst in zwei Classen theilen, in:

I. Physische. II. Psychische.

Die Physischen theilen sich in:

I. a. materielle oder stoffige, und
I. b. dynamische.

Die psychischen Weckungsmittel theilen wir in *a*) sinnliche, *b*) gemüthliche, *c*) geistige.

I. Die materiellen Weckungsmittel sind theils äußere, außerhalb des Organismus befindliche, die erst durch Verbindung mit ihm ihre Wirkung äußern, theils innere, der Substanz des Organismus inhärirende und von organischen Bedingungen erzeugte. Aeußere materielle Weckungsmittel gehören in die Classe der Nähr-, Arznei- und Giftstoffe. Sie sind als solche den narcotischen oder schlafmachenden Stoffen entgegengesetzt. Ich nenne hier vor allen als Weckungsmittel den Kaffee und den chinesischen Thee, denen diese Eigenschaft specifisch zuzukommen scheint. Andere zeigen diese Eigenschaft auf indirecte Weise, nur relativ und quantitativ, wie z. B. Opium, Wein und andere Spirituosa, welche nur in kleineren Quantitäten genossen ermunternd, in größern dagegen betäubend und berauschend, oder auch durch Erschöpfung einschläfernd einwirken. Der Kaffee wird als wacherhaltendes Mittel vielfältig von Lampengelehrten und allerlei andern Nachtarbeitern gebraucht, und gemißbraucht. Ueber seine Wirkung habe ich früher physiologische Versuche angestellt und auch öffentlich mitgetheilt. Am intensivsten wirkt derselbe in Substanz genossen, indem man die mäßig gebrannten Bohnen kaut. Ein Loth war bei mir, der ich an den Kaffeegenuß noch nicht gewöhnt war, hinreichend, mich eine ganze Nacht schlaflos zu machen. Vielleicht würde eine größere Quantität eine mehrtägige Schlaflosigkeit herbeigeführt haben. Es ist zu verwundern, daß die pharmakologischen Lehrbücher so wenig Rücksicht auf diese so wichtige Eigenschaft des Kaffee's zu nehmen pflegen. Offenbar wirkt er specifisch auf's große Gehirn, den Sitz des individuellen Bewußtseins, das eigentliche Organ des Wachens und Schlafens. Vom chinesischen Thee gilt Aehnliches, was vom Kaffee gesagt worden ist, und würden genauere Versuche gewiß noch einige specifische Differenzen in der Wirkung beider ermitteln. Auch Opium wirkte in relativ kleiner Gabe auf mich ermunternd ein. Vom Wein ist Gleiches bekannt. Auch Spiritus, Aether, Campher und noch viele andere Reizmittel zeigen in kleiner Dosis die Eigenschaft, die Schläfrigkeit zu verscheuchen.

Zu den inneren materiellen Weckungsmitteln möchte vor Allem eine eigenthümliche krankhafte Mischung des Blutes zu rechnen sein, die in einer der narcotischen entgegengesetzten hormetischen Qualität bestände, die auf das Nervensystem erweckend einwirkte. Dergleichen Blutkrasis mag oft den Seelenkrankheiten vorhergehen, die mit einer lang dauernden Schlaflosigkeit ihren Anfang nehmen. Wenn dann die hormetische Qualität in Fortgange dieses organisch-chemischen Processes in die narcotische übergeht, treten die Symptome des Wahnsinus auf. Es ist unwahrscheinlich, daß solche Entmischung in der Nervensubstanz zuerst ihren Anfang nehmen sollte, da diese nicht solche chemische Beweglichkeit zeigt, als das Blut. Als andere innerhalb der Körperorgane enthaltende Weckungsreize können genannt werden: Magen- und Darminhalt, Harn, Samen, Galle, Schleim, Blutplethora. Als physisch dynamische Weckungsmittel wären vorerst die allgemeinen physischen

Potenzen, Wärme, Elektricität, Magnetismus, und was es sonst für andere uns unbekannte Einflüsse geben mag, zu betrachten, insofern sie unmittelbar auf den organischen Stoff einwirken, abgesehen von den durch sie erregten Sinnesreizen. Das Licht wirkt als solches auch bei Mangel des Lichtsinnes erweckend ein; die Aenderung der Temperatur, auch in recht deutlich empfindbaren Graden, führt Disposition zum Wachen oder Schlafen herbei. Die Wirkung der elektrischen Spannung der Atmosphäre ist uns unbekannt, wahrscheinlich hängen davon die pathisch-organischen Veränderungen ab, die sonst den Witterungseinflüssen zugeschrieben werden. In Betreff des Magnetismus wird erzählt, daß verschiedene Lagen des Körpers gegen den magnetischen Meridian auf den Schlaf und das Wachen einwirken sollen. Ich habe im Jahre 1820 Versuche darüber angestellt, jedoch damals keine Resultate erhalten. Undenkbar ist die Sache nicht. Einflüsse der Metalle scheinen noch in die mystische Region zu gehören. Ich machte einst den Versuch, daß ich ein langes Kettchen mit zwei eisernen Centnergewichten in Verbindung brachte und mir beim Schlafengehen um die Brust wickelte: ich erwachte mitten in der Nacht aus einem Incubus. Das zweitemal gelang der Versuch nicht. Die Weckungsmethoden der Magnetiseure sind bekannt. Unter die dynamischen Weckungsmittel müßte endlich und vorzüglich das Nervenagens selbst gerechnet werden, inwiefern es sich in sich selbst differenzirt und entweder vorwaltend positiv, erregend, oder negativ, deprimirend auf das Substrat des psychischen Lebens einzuwirken vermag. Wäre uns eine tiefere Einsicht in die uns umgebende materielle Natur gestattet, wir würden vielleicht ein dem Nervenagens unseres Körpers entsprechendes allgemeines Naturelement entdecken, mit dem das individuell-organische in Spannung und Wechselwirkung steht und periodische Nervenaffectionen, Epidemien u. a. abhängen mögen. Die allgemeine Aufgeregtheit der Wahnsinnigen bei Nacht zur Vollmondszeit möchte vielleicht auch hierher gerechnet werden.

II. Wenn im Folgenden von psychischen Weckungsmitteln die Rede sein wird, so kann damit nicht gemeint sein, daß diese von physischen Bedingungen ganz unabhängig rein psychisch sein müßten. Nach unserm dualistisch-physiologischen Standpunkte müssen alle psychischen Actionen durch materielle Processe im Organismus vermittelt gedacht werden. Die Seele ist räumlich und zeitlich ein Identitätswesen, dem ein Nichtidentisches, Discretes, materielles Substrat gegeben sein muß, woran es seine einfache Identität bethätige. Dieses von der Seele unmittelbar durchdrungene Materielle ist der Nervenorganismus In diesem stellen sich dreierlei Relationen auch materiell dar, einmal die Relation des Seelenwesens zu sich selbst als nervöses Centralorgan oder Gehirn, sodann die Relationen zu der umgebenden Außenwelt, als System der Sinn- und Bewegungsorgane, endlich die Relationen zu dem vegetativen Organismus als Gangliennervensystem.

Durch diese materiellen Seelenorgane, ihre Wechselwirkung mit der Außenwelt und unter einander ergeben sich verschiedene Modi der Erregungszustände, bald durch Einwirkung von Außen auf die Sinne, bald durch Selbsterregung des Centralorgans, theils durch Wechselerregung der nervösen Grundorgane untereinander.

Wir betrachten zuerst die Weckungsreize der Sinne. Sie haben ihre Quellen entweder in den Potenzen der Außenwelt, oder sind durch Processe im Organismus bedingt. Es sind zuvörderst allgemeine Empfindungen, Körpergefühle, als Schmerz- und Wohlgefühl, Ekel und Lust, Hitze und Kälte, Hunger, Durst, sexuelle Aufregung, welche in verschiedenen Graden

auf die gesammte Seelenkraft erregend und erweckend wirken. Man hat daher mit Recht den Schmerz den Wächter des Körpers genannt; doch gilt dies nicht weniger von andern Körpergefühlen und sinnlichen Empfindungen, insofern sie die Seele zur Besinnung und Selbstüberwachung aufregen und erwecken.

Wie die Wärme das vegetative Leben in den Eikeimen erweckt und den nur noch im Winterschlafe vegetirenden Thierorganismus zu psychischer Thätigkeit ermuntert, sehen wir im Großen bei jedem Wechsel der kalten und warmen Jahreszeit.

Wenn uns das Gefühl der Schläfrigkeit befällt, wird Kälte oder Wärme auf den Umfang des Kopfes angewendet, schnell ermunternd wirken. Ueberhaupt sind die verschiedenen Arten von Hautempfindungen sehr geeignet, den Schlaf zu stören oder ihn ganz abzuhalten, indem die Nerventhätigkeit fortwährend gegen die Peripherie hin von ihrem ruhigen Zurückziehen ins Innere abgeleitet wird. Das Jucken der Haut in Folge von Ausschlägen oder durch parasitische Inseeten veranlaßt, brennendes Gefühl als Fieberhitze oder nach Verbrennungen, Fieberfrost, Kälte des Schlafzimmers oder mangelhafte Bedeckung, ungewohnte Lage mit Druck einzelner Hautstellen verhindern das Einschlafen. Wir reiben verschiedene Hautstellen, die Stirne, die Schläfe, die Augen, die Hände, um uns munter zu erhalten. Durch die immer offene Pforte des Gehörsinnes können wir leicht von äußeren Stimmen und Geräuschen aus dem Schlafe geweckt oder davon abgehalten werden, besonders wenn sie durch Intervalle gänzlicher Stille oder leisere Schälle getrennt, immer von neuem plötzlich eintreten. Man erinnere sich an die erweckende Wirkung des Andante in einer Symphonie von Haydn, womit dieser das schläfrige Londoner Publikum erweckte. Wollten wir noch näher auf diesen Gegenstand eingehen, so müßten wir auch die ermunternden Wirkungen der Musik theils durch Eigenthümlichkeit der Melodien und Akkorde, theils durch den Rhythmus, theils durch den Effect der Instrumente berücksichtigen.

Als Wecker des gesammten Bewußtseins muß nun der Gesichtssinn obenan gestellt werden. Die helle Erleuchtung hält uns wach am Tage; an trüben Tagen fühlen wir uns weniger heiter. In den sonnenhellen Ländern des Südens wird wohl mehr gewacht, als in den Dämmerungen nördlicher Breiten. Das Lampenlicht der Studierstuben, die helle Beleuchtung unserer Salons, das Gaslicht, welches unsere Großstädte erleuchtet, die größeren Fensteröffnungen der neueren Bauten, alles dieses, wenn auch unmerklich für unsere gewöhnliche Erfahrung, mag gar nicht wenig zur sinnlich geistigen Erweckung ganzer Volksmassen des Zeitalters beigetragen haben. Wer nicht gewohnt ist, beim Nachtlichte zu schlafen, wird durch solches im Schlafe gestört werden. Schon das Vollmondslicht vermag uns zu erwecken, oder erregt Somnambulismus bei den dazu Disponirten. Die Farben wirken nach ihrer Qualität verschieden ermunternd oder beruhigend ein. Besonders auffallend zeigt sich dies, wenn das gesammte Gesichtsfeld farbig erleuchtet ist. Man kann sich davon überzeugen, wenn man durch gelbes oder rothes Glas eine Landschaft besieht. Man erinnere sich auf die Wirkung der Beleuchtung bei großen Feuersbrünsten. Indem ein lebhaftes Roth manche Thiere zum Zorn reizt, wirkt es nothwendig auf sie auch erweckend ein. Die Morgen- und Abendröthe, die lebhaften Farben der Blumen, Inseeten, Vögel, die Röthe der Wangen, bunte in die Augen fallende Kleider, alles hat eine ermunternde, aufregende Wirkung, indeß blaue und mit blau

versetzte Farben eine beruhigende Wirkung ausüben. Gerüche wecken theils durch ihre Stärke und Heftigkeit, theils durch ihr Specifisches: so Ammoniak, Schwefeläther, Essigsäure, Moschus, Castoreum, Asa foetida, ätherische Oele, Campher ꝛc. Andere wirken erweckend durch Erregung von Eß- und Trinklust. Unangenehme Gerüche erzeugen Abschen und das Bestreben, sich von ihnen zu entfernen, angenehme dagegen wirken Lust und den Trieb, sich ihnen hinzugeben. Die Gerüche wirken aber nicht blos auf den äußern Sinn, sondern auf das gesammte Sensorium, die Imagination, das Gefühlsvermögen. Die innige Verbindung der Wurzeln des Riechkolbens mit dem großen Gehirn scheint in dieser Hinsicht nicht ohne Bedeutung zu sein.

Jeder Geschmack von ausgezeichneter Qualität, bitter, salzig, sauer, süß, erregt die Sinneskraft und concentrirt sie in seinem Organe. Ist er heftig, so wirkt er erschütternd auf das ganze Nervensystem, ist er angenehm, erregt er den Trieb nach Mehrgenuß; der unangenehme erzeugt Ekel und Abscheu. Hier scheint besonders das vegetative Nervensystem und der Vagus in Mitleidenschaft gezogen zu werden. Besonders erschütternd und erweckend wirkt das Erbrechen.

III. Die geistigen Weckungsmittel beruhen theils auf geistigen Thätigkeiten, dem Denken im weitesten Sinne, theils auf geistigen Motiven. Wir haben uns bei Betrachtung der sinnlichen Weckungsmittel blos auf die Empfindungen beschränkt, da die sinnlichen Anschauungen und Vorstellungen schon ein Product geistiger Thätigkeiten sind. Diese sind an sich schon mehr oder weniger geeignet, den Geist zu erhöhter Action zu wecken. Doch müssen immer geistige Interessen hinzugebracht werden. Wo diese fehlen, kann die sinnliche Anschauung nur sinnlichen Reiz gewähren, so bei Thieren, und in der niederen Sphäre des menschlichen Bewußtseins. Wenn der gestirnte Himmel bei geistiger Uncultur dumpfes Erstaunen erregt, weckt er den geistig Entwickelten zu tiefen Betrachtungen. Mit der elementaren Natur, dem Wasser, der Erde, den klimatischen Einflüssen der Thierwelt und mit dem eignen Geschlecht geht der Mensch entschlossen den Kampf ein. In diesem Kampfe kommen die Künste des Friedens und des Krieges, die gesellschaftlichen Einrichtungen, die Wissenschaften und Litteraturen zur Entwickelung. Im Fortgange dieses Kampfes entwickelt sich auch subjectiv der geistige Organismus des Menschen als Cultur, mit einer Summe geistiger Interessen, die das Gemeinleben und das der einzelnen Individuen in höherer Erregung erhalten. Wie dieses nicht ohne Einfluß auf den physischen Schlaf ist, muß Jedem bekannt sein, der an diesen geistigen Bewegungen theilgenommen hat. In diesem geistigen Kampfe entwickeln sich auch im höheren Maaße die Gefühle, Affecte und Leidenschaften, von denen die Geschichte der Menschheit wie ein stürmisches Meer immerfort bewegt ist. Es würde uns zu weit führen, wenn wir hier über die weckenden und schlafversuchenden Wirkungen affectueller Zustände unsere Betrachtung fortführen wollten. Jedem wird die eigene Erfahrung hinreichende Daten zur Belehrung liefern.

Den Wirkungsmitteln gegenüber kommen die Einschläferungsmittel in Betracht. Man kann hier dasselbe Eintheilungsprincip wie bei den ersteren in Gebrauch ziehen. Sie theilen sich gleichfalls in die zwei Classen der physischen und psychischen. Die physischen Einschläferungsmittel sind theils materielle, theils dynamische; die psychischen: sinnliche, geistige und gemüthliche. Die materiellen Mittel sind theils äußere, theils innere oder innerhalb des individuellen Organismus erzeugte. Zu den äußern materiellen Einschläferungsmitteln rechnen wir zuvörderst alle sogenannten Narcotica, sodann die spirituösen Flüssigkeiten, wohin auch der Wein gehört, verschiedene weingeistige Lösungen, ätherische Oele und Pflanzenharze, alle Aetherarten, auch mehrere Gas- und dunstförmige Stoffe, das Stickstoffoxydulgas, kohlensaures Gas, Kohlenoxydgas, Blumengerüche. Die Narcotica wirken meist direct negativ auf das Nervensystem, und bringen so schlafsüchtige Zustände hervor. Die Spirituosa zeigen dieselbe Wirkung indirect als Erschöpfung nach vorhergegangener übermäßiger Aufregung. In allen Fällen erfolgt die Wirkung durch Vermittelung des Blutes, welches die narcotisirenden Stoffe in seine Masse aufnimmt, und somit die Substanz der Nerven influirt, wahrscheinlich auch dieses nur in Folge der Reproduction. Zu dieser Ansicht haben schon früher Vergiftungsversuche an Thieren geführt; neuerlich ist sie durch die Wirkungen der Aetherisation aufs klarste bestätigt worden. Zu den innerhalb des Organismus erzeugten schlafmachenden Mitteln gehört vor Allen eben auch das Blut, welches, wie es von Außen durch Narcotica und andere Stoffe alterirt wird, aber auch eine narcotische Qualität in sich selber entwickeln kann. Wahrscheinlich ist eine solche Umwandlung oder Anwandlung des Blutes mit jedem natürlichen Schlummer und Schlafe vorhanden; in ausgezeichnetem Grade aber entwickelt sich die Blutnarcose in typhösen Krankheiten, bei allen Fiebern und Entzündungen, wo dann der kritische Schlaf zu den natürlichen Heilmitteln gehört, wobei wahrscheinlich auch das Blut eine Umwandlung erleidet. Endlich mag die Blutnarcose auch verschiedene Formen des Wahnsinns zur Ausbildung bringen. Als physisch dynamisches Einschläferungsmittel wirkt die Wärme durch Erschöpfung der Erregbarkeit und auch direct durch Einwirkung aufs Nerven- und Blutsystem; ferner die Kälte, indem sie die Lebenserregung, welche nur bei bestimmten Wärmegraden sich erhalten kann, tiefer herabstimmt. Hierher gehört das Einschlafen vor dem Erfrieren. — Die Abwesenheit des Lichtes stimmt den Organismus zur Ruhe des Schlafes. Die animal-magnetischen Einflüsse führen Schlaf herbei. Endlich nehmen wir eine specifische Nervenfunction für die Herbeiführung der Schlafzustände an. Von den psychischen Einschläferungsmitteln erwähnen wir vorerst die Sinnesempfindungen. Es giebt eigenthümliche Körpergefühle, welche Schläfrigkeit und den Schlaf herbeiführen. Sie entwickeln sich theils von selbst, theils können sie künstlich erregt werden. Wenn man Jemandem ein Messer, eine Papierscheere, oder was sonst für einen Körper, selbst den Finger vor die Stirn, die Nasenwurzel oder die Augen hält, so regt sich ein angenehmes Gefühl an jenen Stellen, welches zum Schlummer einladet. Auf ähnliche Weise mag die magnetisirende Methode von James Braid wirken, welche darin besteht, daß über den beiden Augen in der Entfernung des deutlichen Sehens ein markirter Gegenstand gehalten wird, den diese im Hinaufsehen mit Anstrengung fixiren sollen. Dunkelheit hat keine positiv schlafmachende Wirkung, wenn nicht andere Bedingungen mit beitragen. Dunkelheit kann gerade das innere Wachen des Geistes noch begünstigen. Mehr wirkt die Ermüdung des Auges durch Lichtreiz und Muskelanstrengung einschläfernd

ein. Wenn ich zu früh erwache, und wieder einschlafen will, so gelingt mir dieses selten im Finstern, wo das Spiel der Gedanken ungestört vor sich geht, wohl aber, wenn ich Licht angezündet und einige Zeit gelesen habe. Abwesenheit des Schalls sowohl, als monotone Geräusche laden zum Schlummer ein. Ermüdung des Geistes, und auch Mangel an Beschäftigung desselben führen Schlummer herbei. Aber auch das Seelengefühl, es sei schmerzhaft oder angenehm, ermüdet zuletzt und schläfert ein.

Wir kehren nun zur näheren Betrachtung des Schlafes wieder zurück. Die während des Einschlafens im innern Sinne vorkommenden Erscheinungen sind darum schwer zu beobachten, weil in diesem Zustande das Organ der Beobachtung selbst am meisten beeinträchtigt ist. Nachdem das obenerwähnte positive Agens des Schlafes die Kräfte der äußern Sinne gebunden hat, so daß diese die gewöhnlichen Einwirkungen nicht mehr empfangen und selbst auf stärkere nicht mehr reagiren, breitet sich diese lähmungsartige Wirkung auch auf die inneren Sinne aus. Es ist nicht so, wie bei der Abstraction des wachen Lebens, wo wir uns mit voller Freiheit aus dem Gebiete des äußern Sinnes in unser inneres Denkgebiet zurückziehen und hier eine nur noch wachere Thätigkeit beginnen. Beim Einschlafen wird die wache Thätigkeit der Seele durch eine fremde Gewalt aus ihren Außenwerken, den Sinnen, in das subjective Gebiet getrieben, und auch hier jede noch übrige Regung bewußtseiender Thätigkeit zum Schweigen gebracht. Wenn mit dem Schwinden der äußern Sinneskraft das Weltbewußtsein verschwunden ist, mußte auch das Selbstbewußtsein, das nur im polarischen Gegensatze mit jenem zur Entwicklung kommt, in gleichem Grade verschwinden. Die lähmende Kraft des Schlafes trifft in den Differenzpunkt beider und bewältigt von da aus gleichmäßig den äußern und innern Sinn. Indem bei der Schläfrigkeit, bei noch halbem Wachen die objective Anschauung weniger thätig ist, und nur noch die Empfindungen nach ihren Graden sich geltend machen, bis auch diese nach und nach auslöschen, wenn das Bewußtsein zur Aufmerksamkeit, nach Außen immer weniger erregbar ist, erfolgt auch in der subjectiven Sphäre reproductiver Vorstellungen eine gleiche Abschwächung der Seelenkraft. Die Bilder verlieren ihre Lebhaftigkeit, sie können zum Behuf des Urtheils, der Vergleichung, der Association von dem innern Sinne nicht länger festgehalten werden, indem das Streben, in Bewußtlosigkeit zu verfließen, in ihnen vorwaltend ist. Auch das Gedächtniß zieht sich tiefer in sich zurück und läßt sich von der immer schwächer werdenden Seelenkraft nicht mehr erwecken, so daß die Vorstellungen nur noch isolirt auftauchen und an ihnen die Continuität des Bewußtseins festzuhalten, immer schwerer wird. So schweben sie einige Zeit in Traumgruppen vor dem innern Sinne, bis dieser, immer mehr verdunkelt, in vollkommene Bewußtlosigkeit versinkt, und der Organismus, vom tiefen Schlaf befangen, nur noch die vegetativen Functionen des Lebens zu unterhalten scheint. Mit den niedern Formen des animalen Lebens, dem äußern und innern Sinn, der willkührlichen Bewegung, schlafen auch die höhern Functionen der Intelligenz, der Phantasie, der zweckmäßigen Bestimmbarkeit, der sittlichen und ästhetischen Gefühlsmotive vollends ein und ziehen sich aus aller Erscheinung auf das Wesen der Seele zurück.

Man sagt gewöhnlich, daß die Seele auch im tiefsten Schlafe fortträumen müsse, weil sonst ihre Existenz bedroht würde. Diese Behauptung fällt mit der zusammen, daß die Seele, ihrem Wesen nach, eine Thätigkeit ist, und daß ihre Existenz nur auf Thätigkeit beruht und ohne diese nicht bestehen könnte. Wir müssen aber auch hier, wie überall, Zustände gehinderter und

gebundener Thätigkeit gelten lassen, wo sie zwar dem Wesen nach vorhanden, aber nicht zur Erscheinung, es sei im Raum, oder im Bewußtsein, gelangen kann. Und dieses ist im tiefen Schlafe, sowie auch in andern Zuständen der Bewußtlosigkeit der Fall.

In der Sphäre des vegetativen Lebens findet im strengen Sinne weder ein Schlaf, noch ein Wachen Statt, da diese Zustände nur dem psychischen Leben eigenthümlich sein können. Man sagt zwar vom Herzen, daß es immerwährend wacht, doch könnte man seine Thätigkeit auch mit dem somnambulen Zustande vergleichen. Die chemisch-organischen Processe im Körper kommen auch nie in völligen Stillstand, eben so wenig die Flimmerbewegungen an verschiedenen Schleimmembranen, doch würde man von diesen noch weniger sagen können, daß sie wachen, wenn man zuletzt nicht von allen Bewegungen in der Natur, also auch von den mechanischen ein Gleiches aussagen wollte, wo es dann nur noch in sehr uneigentlicher Bedeutung genommen werden könnte. Die vegetativen Functionen sind theils solche, welche noch durch animalische Functionen, durch Bewegungen und dunkle Empfindungen zum Theil vermittelt sind, wie die Respiration, die Bewegungen des Herzens, der Gedärme, theils rein materielle, die Nutrition, die Se- und Excretion. In den ersteren sind die Symptome des Schlafes immer noch deutlicher, als in den letzteren, wo sie meist nur aus den Folgen erschlossen werden können. Die Respiration wird während des Schlafes im Ganzen etwas verlangsamt, die einzelnen Athemzüge werden tiefer, gleichförmiger, und erfolgen mit einem gelinden Geräusche, indem die Stimmritze und auch die Choanen durch die Zusammenziehung ihrer muskulösen Umgebungen etwas verengt werden, durch diese Verengung und die Langsamkeit der Athemzüge wird auch der Wechsel der Luftarten in den Lungen etwas verlangsamt, was auf den chemischen Proceß der Respiration nicht ohne Einfluß ist. Nach den Beobachtungen von Scharling ist die Menge der Kohlensäure in der expirirten Luft beiläufig um 1/4 geringer im Schlafe, als während des Wachens. Daraus würde wieder folgen, daß das Blut während des Schlafes an Kohlensäure reicher ist, und somit einen mehr venösen Charakter haben müsse. Auch die Herzbewegung ist dann etwas verlangsamt, theils in Folge der langsameren Respiration und der geringeren Oxygenirung des Blutes, theils wegen der allgemeinen Erschlaffung im Muskelsystem, indem während des Wachens die Anstrengungen des Herzens mit denen im System der willkührlichen Muskeln in Wechselwirkung stehen. Mit der Verlangsamung der Herzthätigkeit und des Blutumlaufs erfolgt auch eine Anhäufung des Blutes in dem venösen Theil des Capillargefäßsystems, was schon äußerlich an der Röthe des Gesichts zu sehen ist. Die venöse Plethora mag auch in den grauen Substanzen des Nervensystems vorwalten, und zu der Oppression ihrer Function normalmäßig beitragen. Mit der geringern Oxydation im Blute ist auch geringere Wärmeerzeugung verbunden. Wenn es dennoch scheint, wie wenn im Schlafe mehr Wärme erzeugt würde, so muß man bedenken, daß bei ruhiger Lage und gehöriger Bedeckung die erzeugte Wärme weniger abgeleitet wird, als bei den mannichfaltigen Bewegungen im Wachen der Fall ist. Der Körper ist daher im Schlafe gegen äußere Kälte viel empfindlicher, und unter gleichen Verhaltnissen können hier häufige Erkältungen und daraus hervorgehende Krankheiten erfolgen, wie dies z. B. bei dem Bivouakiren der Soldaten häufig geschieht. Während der ganzen Periode eines normalen Schlafes von 6 bis 8 Stunden mögen die Verhältnisse der Athmung, des Pulses, der Wärme wohl einige normale Abänderungen erleiden, indem es wahr-

scheinlich ist, daß in der Zeit des ersten Schlafs die Verlangsamung dieser Processe bis zu einem gewissen Grade fortgeht, sodann wieder bis zum Erwachen die Energie derselben gesteigert wird, und daß diese Verhältnisse nach Lebensalter, Geschlecht, Temperatur und Constitution manche Modificationen erleiden. Es müßten in dieser Hinsicht Beobachtungen zu jeder Zeit des Schlafes an verschiedenen Personen im gesunden und kranken Zustande angestellt, und auch mit denselben Symptomen während des Wachens genau verglichen werden. Auch andere reproductive Functionen erleiden während des Schlafes eine Verlangsamung. Dahin gehört die Verdauung. Das Gefühl des Hungers und Durstes wird während des Schlafes zum Schweigen gebracht. Schon die Schläfrigkeit lindert diese sonst so imperiösen Empfindungen, ja sie wird durch sie zum Theil herbeigeführt, wie Beispiele während der Belagerung von Festungen gezeigt haben. Wenn man sich mit dem Hungergefühl schlafen gelegt hat, erwacht man nach einem mehrstündigen gesunden Schlafe ohne dasselbe wieder auf. Hierher gehören auch die Fälle, wo während langdauernder Schlafsucht nur sehr wenig oder gar keine Nahrung eingenommen wurde, ohne alle Störungen, die sonst eine eben so lange Hungerzeit herbeigeführt haben würde. Auch in dem gewöhnlichen Lebenslauf, wo doch der Nachtschlaf 6 — 7 und mehrere Stunden dauert, und eine Stunde vor dem Schlafengehen nur ein mäßiges Nachtmahl eingenommen wird, meldet sich gleich nach dem Erwachen kein Gefühl des Hungers: selbst in den Jugendjahren ist es dann weniger dringend, als nach gleichem Intervalle der Eßzeit während dem Wachsein bei Tage. Die Wirkung des Schlafes gleicht hier der der Narcotica, namentlich des Opiums. Daß die Verdauung während des Schlafes weniger intensiv ist, als während des Wachseins, kennt Jeder aus eigner Erfahrung, indem größere Mengen eingenommener Speisen vor dem Schlafengehen, auch wenn wir erst nach acht Stunden erwacht sind, die Verdauungsperiode im Magen selbst gewöhnlich noch nicht ganz durchgemacht haben, wozu sonst schon vier Stunden ausgereicht haben würden. Daher ist die alte diätetische Regel entstanden, den Magen vor dem Schlafengehen nicht zu überladen, und ein bis zwei Stunden früher die Abendmahlzeit zu genießen. Auch hier müßten Versuche an Thieren die nöthige Entscheidung durch die Erfahrung herbeiführen. Wir müssen auch von da nähern Aufschluß über den Grad der Activität der Chylification während des Schlafes erwarten. Wahrscheinlich ist sie geringer in Folge der Verlangsamung des Blutumlaufs und der dadurch verminderten Thätigkeit der Einsaugung. Sonst pflegen die Autoren eine größere Activität der Inhalation anzunehmen, indem die Miasmen im Schlafe leichter eindringen sollen. Sollte hier jedoch nicht die geringere Reactivität des Organismus die Hauptursache sein? Während des Schlafes scheint auch die peristaltische Bewegung der Därme, besonders des Dickarms, vermindert zu sein, daher sich dann die Faeces anhäufen, und bei den meisten in den ersten Stunden des Morgens in der Regel ausgeschieden werden. Die Secretionen und Excretionen sind während der Schlafzeit im Allgemeinen vermindert. Die Speichelsecretion ist schon wegen der eintretenden Ruhe der Kau- und Sprachorgane und wegen Mangel an Reizen, aber auch, und hauptsächlich, wegen geringerem Erregungszustande der Drüsen, verringert. Auffallend ist die Verringerung der Thränensecretion, die schon während der Schläfrigkeit die Augen trocken macht, und mit zum Bedurfniß ihrer Schließung beiträgt. Diese Trockenheit wird sehr lästig, wenn wir gegen den Schlaf ankämpfen müssen, wo dann eine Anfeuchtung der Augen oder der Gebrauch eines Thränen erregenden Reizmittels, z. B. Schnupf-

taback, nicht wenig hilft. Auch die Secretion der Nasenschleimhaut und der Schleimdrüsen am Gaumen und Schlunde, und so im ganzen tractus intestinalis, ist im Schlafe vermindert. Wahrscheinlich ist auch die Gallensecretion retardirt, ebenso die Secretion des pankreatischen Safts, was alles durch Beobachtungen an Thieren leicht zu ermitteln sein wird. Die Secretion an den Flächen der serösen Membranen muß auch wohl verringert sein, indem die Bewegungen innerhalb ihrer Säcke langsamer erfolgen, also auch der Reiz zur Secretion geringer ist, und so auch eine geringere Thätigkeit der Einsaugung erfordert wird. Dies gilt namentlich in Folge der retardirten Respiration und Herzbewegung für die Pleura, den Herzbeutel, das Bauchfell, und ebenso auch für die Arachnoidea des Gehirns; ferner wegen Ruhe aller Muskelbewegung, für die Synovialhäute der Gelenke, der Schleimbeutel und der Sehnenscheiden. Ob die Hauttranspiration während des Schlafes vermehrt oder vermindert sei, läßt sich aus den bisherigen Verhandlungen noch nicht entscheiden. Santorin, die erste und älteste Autorität in diesem Gebiete, stellt die Behauptung auf, daß der Mensch innerhalb sieben Stunden des Schlafes so viel ausdünste, als sonst im wachen Zustande innerhalb vierzehn Stunden. Obgleich dieser Angabe keine positiven Versuche entgegenstehen, so wurde doch später, und wird bis jetzt allgemein angenommen, daß im Schlaf die Hauttranspiration vermindert sei. Diese Annahme würde aus der Verlangsamung der übrigen reproductiven Functionen und der Abwendung des Lebens von Außen nach Innen von selbst hervorgehen. Doch können wir demungeachtet directer Versuche hierbei nicht entbehren, da das bloße Raisonnement noch immer des erfahrungsgemäßen Complements zur vollen Bewahrheitung entbehren würde. Auch können wir einer Auctorität, wie die Santorini's, der Tag und Nacht sich auf der Waage befand, nicht unbeachtet vorübergehen. Wahrscheinlich wird sich bei wiederholten und vervielfältigten Untersuchungen herausstellen, daß im normalen Schlafe zwei Epochen unterschieden werden müssen, eine contractive mit vorwaltender Einkehr des Lebens nach Innen, wobei der Lebensturgor, die Thätigkeit des Capillargefäßsystems und mit ihnen die Hauttranspiration vermindert wäre, und eine expansive mit beginnender Rückkehr der Lebensthätigkeiten nach Außen erhöhte Thätigkeit in den Capillaren, Vermehrung des Lebensturgors und hiermit auch der Wärmeentwickelung und Hautausdünstung. Ob nun diese letztere in der Epoche der Expansion, welche während des Wachens stattfindet, übertroffen würde, wäre der Hauptpunkt, der durch Beobachtungen und Versuche zu entscheiden wäre. Auch die Secretion des Harns ist in der Regel während des Schlafes vermindert. Der Harndrang meldet sich hier erst meist nach sieben und mehr Stunden. Dieses hängt nun ab theils von der langsameren Ansammlung des Harns in der Blase, in Folge der geringeren Secretion, theils von der geringeren Empfindlichkeit und Contractilität der Blasenwände, indem der Einfluß des Nervensystems überhaupt im Schlafe vermindert ist. Auch könnte die horizontale Lage des Körpers im Gegensatz der meist senkrechten während des Wachens zur Verminderung der Harnansammlung und Verspätung des Harndrangs etwas beitragen. Daß aber auch die gleichmäßigere Transpiration bei gehöriger Bedeckung und Warmhaltung des Körpers die Harnsecretion während des Schlafes mäßige, läßt sich nicht läugnen, indem die Enuresis der Kinder im Schlafe meist durch Erkältungen der Haut und verhinderte Transpiration herbeigeführt wird. Am entschiedensten zeigt sich im Schlafe die Nutrition erhöht. Dies scheint der Hauptzweck der vegetativen Thätigkeiten im Schlafe zu sein und die Abschlie-

ßung nach Außen, die Verlangsamung der Respiration und des Blutumlaufs wären nur Mittel dazu. Indem die Organe des animalen Lebens unthätig sind, die Nerven die sensitive Erregbarkeit in sich nicht erregen, die Muskeln nicht in dem Wechsel der Contraction und Expansion begriffen sind, verhalten sie sich mehr passiv gegen die Einflüsse der vegetativen Lebensthätigkeit, welche in ihnen bei der eingetretenen Ruhe zu der embryonalen Plastik zurückkehrt und die organische Masse wieder zu verjüngen bestrebt ist. Da im Schlafe durch die Respiration weniger Kohlenstoff verbraucht wird, so häuft sich dieser im Zellgewebe als Fett an. Ist jedoch im Blut nicht genug Nahrungsstoff vorhanden, so wird das Fett und andere Nahrungsvorräthe ins Blut wieder zurückgenommen und zur Restauration der animalen Organe verwendet.

Zur Erklärung der Restauration der animalen Organe, der Muskeln, Nerven, des Gehirns reicht die gewöhnliche chemisch-organische Hypothese über Metamorphose der Materie bei der Ernährung durchaus nicht hin. Es sind hier auch sogenannte Kräfte zu restauriren, das Agens der Motilität, der Sensibilität, ja das Substrat der Seelenthätigkeit selbst, in ihren höheren und höchsten Actionen. Es geht diese Reproduction des Nervenagens mit eben solcher Nothwendigkeit vor sich, wie sonst der Blutumlauf und der materielle Ersatz der durch den Lebensproceß zerstörten Theile. Es findet im Schlafe eine Ansammlung, eine Ladung, im Wachen eine Entbindung, Entladung der Nervenkraft Statt. Diese Ansammlung und Ladung ist mit dem Involutionsproceß zu vergleichen, vermöge welchem die auszulegenden Formen des Lebens in dem Ei oder Keimstoff gebunden und eingelegt werden. Man könnte sagen, es wird der Brennstoff im Schlafe deponirt, der im Wachen wieder verbrannt wird. Dieser Involutionsproceß zeigt sich nun auch in der Geschlechtssphäre. Die Zeugungskraft wird durch nichts so entschieden ersetzt, als durch den Schlaf, durch nichts so sehr beeinträchtigt und erschöpft, als durch angestrengtes Wachen oder krankhafte Schlaflosigkeit. Im Schlafe finden sich besonders die in der Jugend beinahe normalen Pollutionen ein; die Nachtzeit ist der Zeugung günstig. Es hat schon Willis auf Beziehungen zwischen dem Geschlechtsleben und dem Denken aufmerksam gemacht, eine davon ist dieser Antagonismus beider im Schlafe und im Wachen, und die im Schlafe beiden zu Statten kommende Restauration ein offenbarer Zeuge.

Endlich muß in einer Naturgeschichte des Schlafes auch über den Zustand der Seele darin gesprochen werden. Im tiefsten Schlafe zeigt sich durchaus keine Aeußerung des Seelenlebens. Dennoch kann man nicht sagen, daß die Seele ganz von der Außenwelt abgeschlossen sei. Namentlich sind die Ohren dem Schall geöffnet, und wenn die Stille der Nacht durch irgend ein regelmäßiges Geräusch, Schlag der Uhr, Gesang des Nachtwächters unterbrochen wird, so wird es auf dunkle Weise wohl vernommen werden, und kann auch zum Erwachen fuhren. Bekannt ist es, daß viele Menschen zu einer bestimmten Zeit in der Nacht oder am frühen Morgen erwachen, wenn sie sich dieses fest vorgenommen haben. Es scheint ein Theil der Seelenkraft als Aufmerksamkeit mit der Außenwelt in Spannung begriffen gewesen zu sein. Auf andere Weise zeigt sich die fortwährende Spannung der Aufmerksamkeit durch das Gehör bei gewöhnten Geräuschen, so, wenn z. B. der Muller erwacht beim Stillstehen der Muhle, oder wenn wir bei einem öffentlichen Vortrag eingeschlummert und in diesem eine Pause eintritt, oder er zu Ende ist, wo wir sofort erwachen. Auch im Körpergefühl scheint die

Seele fortwährend theilweise Wache zu halten, indem wir auch im tiefsten Schlafe die Lage ändern, wenn sie unbequem geworden ist, oder uns besser zudecken, wenn die Bedeckung zufällig in Unordnung kam und die äußere, kalte Luft Zutritt bekam. Vom Gefühlssinn scheint die Aufmerksamkeit vollkommen abgekehrt zu sein, indem sie sich auf die deckenden Augenlider verläßt. Ein anderes Anzeichen fortwährender Thätigkeit der Seele im Schlafe zeigt sich in dem Umstande, daß, wenn wir genau aufmerken, wir finden werden, daß, zu welcher Zeit des Schlafes wir auch geweckt werden mögen, wir jedesmal aus Träumen erwachen. Man könnte freilich sagen, daß diese Träume erst in dem Augenblicke den Weckens und Erwachens improvisirt waren. Dagegen läßt sich nur sagen, daß sie meist nur die letzten Glieder einer längeren, vergangenen Reihe sind, für welche uns noch eine Erinnerungsahnung übrig geblieben ist, und die wenigstens eine subjective Ueberzeugung der im tiefen Schlafe geübten Traumthätigkeit gewährt. Auch die somnambulen Zustände pflegen meist nur im tiefsten Schlafe vorzukommen. Aber auch die übrigen Arten von Träumen, sie mögen am Anfange oder am Ende des Schlafes stattfinden, gehören doch strenge in das Gebiet des Schlafes und müssen zur Function desselben gerechnet werden.

Nachdem der normale, gesunde Schlaf 6 — 8 Stunden gedauert, und seine Function, die Restauration der animalen Kräfte vollendet hat, erfolgt entweder plötzlich, oder nach längeren oder kürzeren traumlosen oder träumerischen Zwischenschlummer, das Erwachen. Erst geht der Organismus aus dem tieferen in den leichteren Schlaf über, indem die Receptivität des Nervensystems gegen äußere Eindrücke aus ihrer organischen Vertiefung gegen die Peripherie wieder zurückkehrt und die äußeren Weckungsmittel auch in geringsten Graden schon ausreichen, ein vollkommenes Wachen herbeizuführen. Die natürlichsten Weckungsmittel sind nun das anbrechende Tageslicht und die mit dem Tage erwachenden Stimmen der Natur. Doch sind diese nicht so wesentlich nothwendig, indem der Mensch in den meisten Fällen von selbst erwacht, indem das Selbstbewußtsein gegen die Außenwelt herandringt, um sich an ihrem Gegensatz zu bethätigen. Meist erwacht man nach einer bestimmten Schlafperiode, welche von Gewohnheit und Lebensordnung abhängt. Dem Schlafe wird dadurch sein Recht und seine Gewalt zugemessen, woran er sich denn auch streng zu halten pflegt. Doch bleibt der Mensch bis zu gewissen Grade Herr dieser Periode und kann sie willkührlich abändern. Der Schlaf ist sein eigner größter Feind. Er hat die Bewußtseinskraft der Seele so weit wieder hergestellt und gestärkt, daß diese sich gegen ihn kehren und ihn wieder zurück in die Tiefen des organischen Lebens verscheuchen können. Nur Traumgestalten führen noch, im Rückzuge begriffen, ein schwaches Gefecht gegen die nun eintretende, volle Besinnung. Nicht jeder entreißt sich gern den Banden des Schlafes. Für viele gehört es zu den angenehmsten Genüssen des Lebens, wenigstens eine halbe Stunde des Morgens in süßem Schlummer träumend zu verbringen. Dagegen erwacht der ernste Geschäftsmann, der Mann großer Thaten, der wissenschaftlich strebende Geist, und auch der von der Noth des Lebens Gedrängte sogleich in das volle Wachen der Gegenwart, um es an den nächstvergangenen Tag wieder anzuknüpfen.

Beim Erwachen nach dem vollkommen beendigten Schlafe fühlt man

im ganzen Körper eine Art Sättigung, Vollheit oder Reife, indeß bei der Schläfrigkeit oder Schlaflosigkeit ein Gefühl von Mangel, der Leere, der Unreifheit wahrgenommen wird. Sind wir vor der Zeit erwacht, so fühlen wir uns noch von den oben beschriebenen Empfindungen der Schläfrigkeit befangen, und versuchen wieder einzuschlafen, indem wir die Lage verändern und uns den noch vorschwebenden Traumgestalten hingeben. Man hütet sich dann wohl, zu den Gedanken, Zwecken und Sorgen des wachen Lebens zurückzukehren, weil dieses gewiß das Einschlafen verhindern würde. Wenn man aus dem tiefen Schlafe erweckt wird, so fühlt man sich schlaftrunken, eine Betäubung umfängt die Sinne und das Selbstbewußtsein, in den Muskelnerven liegt ein Gefühl wie Druck und Trägheit, so auch in dem muskulösen Athmungsapparate, was uns zum Strecken der Glieder und Gähnen veranlaßt: die Augenlider hängen noch schwer über den Augen, man fühlt den Trieb sich die Augen zu reiben, um sich vollends zu erwecken. Nach dem Erwachen aus dem Schlafe und nachdem die Uebergangszustände in Kurzem vollständig sich zerstreut haben, fühlt man sich nach dem gemeinen Ausdruck wieder wie neugeboren oder auch wie verjüngt, indeß die abendliche Müdigkeit und Erschöpfung mehr den Symptomen des hohen Alters zu vergleichen war. Die Erhohlung durch den Schlaf trifft nun zuvörderst die Receptivitäten des äußeren und inneren Sinnes, weniger die Wirkungskräfte, z. B. die der Muskeln, deren Restauration die ersten Stunden des Morgens immer noch den schwachen jugendlichen Charakter behält und erst im Fortgange der Uebung um die Tagesmitte ihre höchste Steigerung erlangt. Die höheren Geisteskräfte aber sind bis in die späten Abendstunden in immer zunehmendem Schwunge begriffen. An dieser Erfrischung durch den Schlaf nimmt nun auch namentlich die gemüthliche Seite des Menschen Theil. Wir fühlen frischen Lebensmuth. Die affectuellen Aufregungen sind meist beschwichtigt, wir vermögen nun über manche Verhältnisse mit mehr Ruhe zu urtheilen und unsern Willen mit mehr Sicherheit zu bestimmen. Daher die weise Regel, wichtige Entschlüsse, deren Gegenstand unser Gemüth erregt, erst noch zu beschlafen. Die Stimmung des Abends bietet in dieser Hinsicht gerade das Gegentheil dar. Von den Geisteskräften ist das Anschauungsvermögen lebendiger, das Gedächtniß, die Erinnerung energischer, die reproductive Imagination beweglicher, dagegen entwickelt sich die höhere Urtheilskraft, der Witz, der Scharfsinn, das abstracte und speculative Vermögen, so wie die productive Phantasie, und mit ihnen vergesellschaftet das Sprachvermögen in höhere Grade erst nach der Mitte des Tages. So gilt es wohl von der Mehrzahl der höher Gebildeten. Doch ist der Geist hierin am wenigsten an Gesetze gebunden.

Wir haben bis jetzt den Schlaf nur bei dem Menschen betrachtet. Wir wollen ihn auch in der Thierwelt aufsuchen. Am meisten kennen wir ihn bei unsern Hausthieren. Der Hund, wenn er nicht durch Hunger oder dem Menschen schuldige Geschäfte getrieben wird, ruht den größten Theil des Tages in halbem Schlummer, und so verschläft er auch die Nacht. Jedoch ist sein Schlaf nur sehr leise und wird durch das geringste Geräusch aufgestört. Gleiches beobachten wir bei Katzen, die besonders bei Tage ihrer Ruhe pflegen, einen Theil der Nacht, wenn sie sonst nicht als Stubenthiere gehalten werden, auf Dächern und Dachböden ihrem Fange nachgehen, oder

ihre gesellschaftlichen Concerte anstimmen. Auch die Ziegen, die bei Tage meist munter umherspringen und nach Kräutern suchen, haben bei Nacht einen sehr leisen Schlaf. Gleiches gilt von den Pferden, die noch die Eigenschaft haben, daß sie, wenn bei Kräften, gewöhnlich, wenigstens unter unsern Culturverhältnissen, stehend schlafen. Das Rind, die Schafe und Ziegen, sowie auch das Kameel liegen mit eingelegten Füßen auf der Bauchseite, mehr oder weniger rechts oder links gewendet. Von unserm Hausgeflügel suchen die Hühner gewöhnlich, so bald es dunkel wird, ihre Steige, auch die Tauben ihren Taubenschlag, wo sie stehend den Kopf unter dem Flügel den größten Theil der Nacht schlafend zubringen. Aehnlich verhalten sich die gewöhnlichen im Gebauer gehaltenen Singvögel. Nur die Nachtigall wählt die Nachtzeit zu ihren Concerten. Frühzeitig erwacht der Hahn und kündigt durch sein munteres Krähen den anbrechenden Tag an. Auf ähnliche Weise verhalten sich andere Haus- und Stubenvögel. Ich besaß eine Wachtel, die von drei Uhr an die Stunden durch ihren Schlag genau angab, wozu sie wahrscheinlich durch den Glockenschlag der Thurmuhr veranlaßt wurde. Der leise Schlaf der capitolinischen Gänse ist weltbekannt. Den Nachtschlaf der Fliegen und Spinnen kann jeder leicht beobachten. Von den in andern Welttheilen vorkommenden Hausthieren erwähnen wir zuerst die Affen. Die Makis sind schläfrige Thiere, sie verhalten sich darin wie unsere Katzen und Hunde, ihr Schlaf ist mehr als Genuß zu betrachten. Im wilden Zustande werden sie wohl munterer sein. Der Chimpanse, der Orangutang lernen wie Menschen sich des Bettes bedienen und regelmäßig zu schlafen. Der Elephant hält auch regelmäßigen Nachtschlaf, meist wohl liegend. Es wäre wohl unsere Aufgabe, so viel es der Raum gestattet, die Naturgeschichte des Schlafes in dem gesammten Thierreich zur Darstellung zu bringen. Doch finden sich hierfür so unbestimmte Data bei den Schriftstellern, daß es sehr unfruchtbar wäre, mit einer Sammlung dieser sich zu beschäftigen. Es wird vielmehr der Gegenstand von neuem zur Aufgabe strenger Forschung gemacht werden müssen.

Im Allgemeinen kann man sagen, daß die Zustände des Schlafes, Wachens und des Traumlebens, wie sie uns beim Menschen und den höheren Thieren bekannt sind, kaum in gleicher Bedeutung auf andere Thierclassen Anwendung erlauben. Dem Gewürm kann man kaum mehr Wachsinn zugestehen, als dem Herzen und den Därmen der Rückgrathsthiere. Die Insecten, besonders die mit Kunsttrieben begabten, scheinen ein somnambules Leben zu führen. Selbst höhere Thiere, Vögel und Säugethiere, haben kaum ein intensiveres Wachen, als der Mensch in seinen Träumen. Nur dieser allein ist der eigentlich Wachende; und auch innerhalb seines Geschlechts welch verschiedene Intensitätsgrade des Wachens und des Schlafzustandes! Doch scheint beim Menschen der Gegensatz beider am meisten ausgebildet zu sein. Der Mensch schläft unter allen Erdgeschöpfen am tiefsten, indeß die andern mehr im halben Schlafwachen ihr Leben dahin bringen. Selbst der höher geistig Begabte schläft einen zwar kürzern, aber um so tiefern Schlaf.

Noch müssen wir des Winterschlafs erwähnen. Dieser hat von jeher eine viel gründlichere Untersuchung (erst neuerlichst von Barkow: der Winterschlaf nach seinen Erscheinungen im Thierreich. Berlin 1846.) erfahren, als der gewöhnliche Schlaf. Es läßt sich auch der Gegenstand leichter erschöpfen, da er sich auf eine mäßige Anzahl von Thiergattungen beschränkt und die Charaktere mehr in die Augen springen. Von alter Zeit her kennt man die mehrsten der Winterschläfer aus den höheren Thiergattun-

gen. Eine strengere Forschung der neuern Zeit mußte jedoch der systematischen Uebersicht wegen noch viele aus den niederen Thierclassen hinzu bringen. Der Zustand des Lebens im Ei vertritt bei denjenigen Thiergattungen, denen nur ein Sommerleben, oder ein noch kürzeres vergönnt ist, die Stelle des Winterschlafs. Daß Hydatina senta und andere Rotiferen auch in der Vertrocknung ihren Lebenskeim bewahren, läßt sich wohl auch entfernt mit dem Winterschlaf vergleichen. Ein Analogon des Winterschlafs ist das Verfallen höherer Lebensthätigkeit in Torpidität bei Wechsel von Wärme und Kälte. In diesem Sinne sind alle Infusionsthierchen und Polypen wahrscheinlich auch andere Gallertthiere einem vorübergehenden Kälteschlaf unterworfen. Unter den Wurmern kennen wir diesen bei Regenwürmern und Blutigeln. Die Eingeweidewürmer der Säugethierwinterschläfer halten auch mit diesen den Winterschlaf. Die uns bekannten Schnecken halten alle Winterschlaf; wie es sich mit denen des Meeres verhalte, wäre noch zu erforschen. Ob auch die Muscheln dem Winterschlaf unterworfen sind? Ueber den Winterschlaf bei den niederen Wirbelthieren, Fischen und Amphibien, finden sich reichliche Erfahrungen. Einzelne Data über den Winterschlaf bei den Vögeln, wenn sie auch wahr sein sollten, können nur als Ausnahme von der Regel betrachtet werden. Die Natur hat sie davon dispensirt, indem sie ihnen die unbegrenzteste Freizügigkeit ertheilte. Die eigentlichsten Winterschläfer finden wir unter den Säugethieren. Man nennt folgende: Vespertilio, Erinaceus, Centetes, Procyon, Meles, Myoxus, Cricetus, Mus, Dipus, Arctomys und Sciurus.

Bei Pflanzen kann von keinem eigentlichen Schlafe die Rede sein, da sie der Charaktere des thierischen Wachens, der Sensibilität und willkührlichen Bewegung ermangeln. Die allgemeine Erscheinung des von Linnée sogenanten Pflanzenschlafes besteht in einer Einfaltung der Blätter und blattartigen Gebilde (Blumen). Es ist ein Rückgang auf eine tiefere Stufe der Entfaltung der Pflanzen, sowie auch beim Thiere der Schlaf als eine Rückkehr zu einem mehr embryonischen Zustand vorgestellt wird. Die höhere Entfaltung der Blätter entspricht also dem Erwachen, die der Faltung dem Schlafe. Auch darin gleichen sich beide Zustände bei Pflanzen und Thieren, daß sie in der Mehrzahl der Fälle von der Anwesenheit oder dem Mangel des Lichts und der Wärme abhängig zu sein scheinen, obgleich auch hier scheinbare Ausnahmen von der Regel gefunden werden, die sich bei exotischen Gewächsen auf die climatischen Verhältnisse ihres Vaterlandes beziehen.

Man unterscheidet von dem Pflanzenschlaf die Sensitivität der Pflanze, die besonders bei den Mimosenarten gefunden wird. Jene Faltungsbewegungen der Blätter und Blumen erfolgen regelmäßig bei verschiedenen Gattungen zu verschiedenen Zeiten bei Tag und Nacht, so daß Linnée im Stande war, eine Pflanzenuhr einzurichten. Die scheinbar lebendigen Bewegungen der Säfte bei Valisneria, Chara 2c. erfolgen zu jeder Zeit bei Nacht und bei Tage.

Man könnte die Begriffe von Wachen und Schlafen auf den ganzen Erdball in Anwendung bringen, und sie in das System der geognostischen Begriffe einfuhren.

Hier stellte sich zuerst

a) der Gegensatz zwischen der Oberfläche und dem Innern der Erde heraus. Das Innere, so scheint es, ist das Bewußtlose (wenn auch nicht Kraft- und Geisteslose), an der Oberfläche regt sich das Bewußtsein.

b) An der Oberfläche der Erde zeigt sich wieder ein Gegensatz höherer psychischer Erregung im Thier- und Menschenreiche und niederer Erregung im Pflanzenreiche.

c) Ferner tritt eine Differenz höherer Erregung des Lebendigen im Luftelemente, niederer im Wasserelemente hervor.

d) Nach der Sonnenwirkung scheiden sich fünf interpolare Zonen, davon zwei circumpolare, die niedrigste, eine äquatoriale die höchste Lebenserregung zeigen, zwei mittlere mit gemäßigter Erregung begabt sind. In der Aequatorialzone ist aber das üppigste Thier- und Pflanzenleben vorwaltend und ist von da bis zu den Polarpunkten in Abnahme begriffen. Das höhere psychische Leben des Menschen vertheilt sich aber zweifach nach seinem affectuellen und intellectuellen Factor einerseits an die Aequatorialzone, anderseits an die intermediären Erdgürtel; seine höchste Entwickelung in der caucasischen Race beherrscht aber die ganze Oberfläche der Erde.

e) In Hinsicht der periodischen Bewegungen der Erde bemerken wir vorerst die der täglichen Umdrehung. Hier ist wieder die der Sonne zugekehrte Tagseite jedesmal die psychisch erregte, wachende, die von ihr abgewendete Nachseite die psychisch beschwichtigte, schlafende. In Folge der Axendrehung schließen sich fortwährend und öffnen sich die unzähligen Augen dieses großen Argos. Die Erdpsyche wacht so immer zugleich an einer Seite und ruht im Schlafe auf der andern.

f) Der Umlauf der Erde um die Sonne bestimmt die Jahreszeiten, und mit ihnen den Wechsel zwischen höherem Erwachen und Torpor der nördlichen und südlichen Hälfte.

g) Ferner wird durch die Perioden des Vorrückens der Nachtgleichen ein Wechsel erhöhten und erniedrigten Lebens einmal auf dem Nord-, das anderemal auf dem Südpole herbeigeführt, wovon wir Spuren an der geologischen Folge der Pflanzen- und Thiergeschlechter wahrnehmen.

h) Endlich unterscheidet man ein Auf- und Untergehen des Bewußtseins zwischen Geburt und Tod, in Folge der Generationen des Lebendigen, und geistige Auftagungs- und Dämmerungs-Zustände in der Entwickelungsgeschichte der Menschheit.

Die Uebergänge aus dem Wachen in den Schlaf und aus diesem in das Wachen führen durch zwei intermediäre Zustände von Schlafwachen oder Schlummer, wovon wir den einen den Schlafschlummer (Einschlafschlummer), den andern den Wachschlummer (Erwachschlummer) nennen könnten. Der Antheil des Wachseins in beiden wird durch Traum dargestellt. Der Traum ist ein Scheinbild des wachen Lebens. Alle Formen des Bewußtseins, die im Wachen vorkommen, wiederholen sich auch im Traum. Dieser unterscheidet sich von jenen nur dadurch, daß er blos in subjectiver Sphäre seinen Bestand hat, und die Beziehung auf Objecte nur eine scheinbare ist. Ferner ist der Traum ein Product der schlafenden Seele, er erfolgt immer nur unwillkührlich. Die wachende Seele kann sich auch wohl in Träumereien ergehen, diese aber entstehen meist mit Willkühr und mit mehr oder weniger klarer Selbstbesinnung, und können nach Gefallen abgebrochen werden.

Als wesentlicher Charakter des Traumes ist die Illusion zu betrachten, wodurch wir blos eingebildete Gegenstände für wirkliche Dinge, jede Art subjectiver geträumter Zustände für wirkliche Erlebnisse halten. Sobald wir die Illusion des Traumes erkennen, sind wir auch schon erwacht. Die Illusion hat jedoch verschiedene Grade. Je mehr sich dem objectiven Bilden gegenüber die Subjectivität entwickelt, desto größer wird die Illusion und

kann sich sogar zur Hallucination steigern, indem wir veranlaßt werden, den Gegenständen entsprechende Traumhandlungen auszuüben, die entweder in der subjectiven Traumsphäre verharren oder durch somnambule Reden und Handlungen über sie hinausgehen. Tritt aber der subject-objective Gegensatz im Traume weniger kräftig hervor, ist die Illusion der Traumbilder auch geringer, und es findet eine Näherung zu den wachen Träumereien Statt. Wir erfahren den Traum als solchen eigentlich erst nach dem Erwachen, indem wir in der Erinnerung die Traumvorstellungen mit denen des Wachens vergleichen, jene als trügerischen Schein ansprechen und nur der letzteren objective Wahrheit zuschreiben. Dennoch giebt es nicht selten Fälle, wo wir aus einem Traume in einen andern erwachen, in welchem als einem relativen Wachen wir ein solches Vergleichen gleichfalls in Anwendung bringen, bis wir nach dem völligen Erwachen unser Urtheil über beiderlei Träume zu berichtigen vermögen. Es ist aber schwer, Träume zu beobachten, da gerade die Erinnerung für Träume in der Regel sehr schwach ist. Gewöhnlich erhaschen wir nur die allerletzten Traumbilder, die uns kurz vor dem Erwachen beschäftigt haben. Das Uebrige verfließt in dunkler Ahnung, die wir vergebens durch das Licht der Erinnerung zu erleuchten uns bemühen. Es giebt Träume, die so lebhaft und intensiv sind, daß wir ihre Eindrücke auch nach dem Erwachen längere Zeit in der Vorstellung festhalten können. Andere stellen sich beim ersten Erwachen sehr lebhaft dar, wir versuchen, auch sie zu fixiren, um sie erzählen zu können, doch kaum haben wir unsere Gedanken nach etwas anderm hingewendet, sind sie verschwunden und lassen sich durch keine Mühe wieder herbeirufen. In früheren Jahren machte ich, etwa eine Woche lang, den Versuch, meine Morgenträume, soweit sie mir erinnerlich waren, in einem eigenen hierzu bestimmten Traumbuche aufzuzeichnen. Ich hatte dabei den Zweck, die Aufmerksamkeit der Erinnerung gegen die Region der Träume in erhöhtem Grade zu spannen und so die Gränzen ihrer Erinnerlichkeit durch fortgesetzte Uebung zu erweitern. Ich bemerkte jedoch nur sehr geringe Fortschritte und gab diese Uebungen bald wieder auf. Dessenungeachtet glaube ich, daß, um in der exacten psychologischen Empirie Eroberungen zu machen, dieser Weg immer wieder zu betreten wäre. In Hinsicht ihrer Zugänglichkeit für die Beobachtung unterscheiden wir Schlummer- und Schlafträume. Da der Schlummer ein halbes Wachen ist, so ist auch die Möglichkeit da, auf seine Träume die Aufmerksamkeit hinzuwenden und sie für die Erinnerung zu fixiren, indem man sich willkührlich aus dem Schlummer erweckt. Dieses gilt besonders von dem Zwischenschlummer bei Tage, der zwischen zwei Momenten des Wachens in der Schwebe sich erhält, ferner von dem Morgenschlummer, der zum Erwachen tendirt; am wenigsten gilt dies von dem Schlummer vor dem völligen Einschlafen, der mit accelerirtem Laufe in Bewußtlosigkeit zu versinken begriffen ist.

Die Träume des tiefen Schlafes erfahren wir entweder nur durch plötzliches Erwecktwerden von außen, oder, indem der Traum selbst uns zum Erwachen treibt, oder endlich, indem wir uns selbst erwecken. Letzteres begegnete mir schon öfter, indem ich mich den Verlegenheiten des Traumes dadurch entriß, daß ich sie eben für Träume erklärte und so zum Erwachen kam.

Bei unsern Betrachtungen über die Träume müssen wir voraussetzen, daß jeder Leser so viel eigene Erfahrungen über die Träume besitzt, um für unsere allgemeinen Bemerkungen bei sich selbst hinreichende Belege zu finden. Wir wollen vorerst versuchen, die Träume zu classificiren. Wir können hierbei mehrere Eintheilungsgründe in Anwendung bringen: vorerst

ein subjectives, psychologisches, sodann ein objectives, in Bezug auf die Gegenstände unserer menschlichen Thätigkeit überhaupt, die uns auch im Traume eigen bleibt. Ferner lassen sich die Träume nach den geringeren oder höheren Graden ihrer Ausbildung betrachten; nach ihrem semiologischen Werth u. m. a. Die psychologische Eintheilung führt uns zur Unterscheidung der Träume nach Verschiedenheit der Seelenvermögen.

Vorerst unterscheiden wir Traumvorstellungen nach den verschiedenen Sinnensphären; später werden wir von den Träumen in Bezug auf die höheren Seelenvermögen handeln. Die meisten Träume gehören wohl dem Gesichts- und Gehörsinne an. Der Tastsinn und durch dessen Vermittlung die Anschauungen unserer Körperbewegungen liefern gleichfalls viele Träume. Die verschiedenen Körpergefühle spiegeln sich sehr häufig in den Traumvorstellungen. Seltener sind Träume des Geschmack- und Geruchsinnes. Die Sinnenträume sind entweder isolirt oder combinirt, letzteres entweder zu gemeinsamen Vorstellungen zusammenstimmend, oder sie erfolgen ohne alle Zusammenstimmung.

Die isolirten Sinnenträume des Gesichtes stehen mit denen des Gehörs häufig in antagonistischem Verhalten, sie schließen einander aus.

Bei rheumatischen Affectionen der Nerven der äußern Kopfbedeckung konnte ich beim ersten Einschlafen oft bemerken, daß nur Gehörträume sich meldeten, indeß ich die sonst gewöhnlichen Gesichtsträume nicht bemerken konnte, während in den meisten andern Fällen diese das Feld behaupteten. Wenn beide zu gleicher Zeit auftraten, konnte ich bemerken, daß die Gesichtsvorstellungen für sich eine Reihe bildeten, die mit der der Gehörsvorstellungen in keinem Zusammenhange stand, indem die gehörten Worte, Stimmen, Geräusche und Töne den vorgaukelnden Gesichtsbildern durchaus nicht entsprachen. Man kann diese Wahrnehmung nur im leichten Schlummer machen, wo es noch möglich ist, die halbwache Aufmerksamkeit zwischen diesen beiden Sphären wechseln zu lassen. Erst bei den vollkommenen Träumen sind Gesichts- und Gehörsanschauungen und sonstige sinnliche Qualitäten in demselben Objecte vereinigt. Wenn wir z. B. eine redende Person sehen, ein rasselnder Wagen bei uns vorüberfährt, ein Blitz mit Zischen und Donner durch den Himmel schießt, wenn wir mit Anstrengung eine Last tragen oder sonst eine Arbeit verrichten, schreiben, musikalische Instrumente spielen, an Blumen riechen, wohl- oder übelschmeckende Früchte kosten u. a., so sind dieses combinirte Traumanschauungen, wo dieselbe Substanz verschiedene Attribute in sich vereinigt, oder die Beziehungen verschiedener Individualitäten anschaulich sich darstellen. Die Gesichtsvorstellungen haben oft im Traume einen solchen Reiz der Farben und der Gestaltung, wie sie uns im Wachen kaum je vorkommen. Oft sind mir im Traume Meteore am Himmel erschienen, die ich mit der größten Bewunderung betrachtete und entzückt darüber war, Zeuge solcher Phänomene gewesen zu sein und mich schon im Voraus freute, Andern davon erzählen zu können, bis ein unwillkommenes Erwachen mich enttäuschte. Die meisten Visionen und Hallucinationen erfolgen durch den Gesichtssinn und können solche Lebhaftigkeit gewinnen, daß sie selbst nach dem Erwachen dem Sinne vorschweben und einen Theil der sichtbaren, wirklichen Gegenstände bedecken, bis sie eher oder später verblassen und verschwinden oder auch dann noch periodisch wieder auftauchen. Landschaften, die mir im Traume erschienen, übertrafen oft durch ihre Großartigkeit oder Anmuth alles je im Wachen Gesehene. Von herrlichen, engelgleichen Menschengestalten können alle Träumer erzählen. Besonders sind

Träume der Art von religiösen Schwärmern mitgetheilt. Die Gemüthsstimmung bei solchen Gesichten ist die verwundernde.

Das Gefühl der Verwunderung, der Lust, ist die eigentliche Quelle der Pracht und Herrlichkeit, die solche Traumbilder erklären. Dagegen giebt es allerlei Gefühle der Verstimmung, welche die Farben der Gesichtsbilder trüben und nur Productionen häßlicher Gestalten veranlassen. Veranlassung zu Gesichtsträumen, helles Tageslicht, ungewohntes Nachtlicht, Morgens, Erwachen bei Morgenlicht mit halboffenen Augen.

Wenn der innere Sinn des Gehörs im Traume thätig wird, so geschieht dies auf dreierlei Art, durch Worte, Töne und Geräusche. Wir vernehmen Stimmen und Worte von außen, theils sinnlos und ohne allen Zusammenhang, theils abgebrochene Sätze, die zwar für sich einen Sinn enthalten, aber mit dem vorhergehenden und dem nächstfolgenden nicht in Beziehung stehen.

Andere Male aber hat die Rede einen bestimmten Sinn und bringt unsere Verstandeskräfte in Bewegung. Gemeinhin gehören die Reden der uns am meisten geläufigen Mutter- oder Cultursprache an. Andermal aber vernehmen wir Worte einer fremden, uns übrigens bekannten Sprache, mit deren Erlernung oder Leetüre wir uns eben beschäftigten oder auch ohne diese Bedingungen nach ältern Reminiscenzen. Selten lassen sich ganz sinnlose, fremdartige Worte vernehmen, die keiner der uns bekannten Sprachen angehören. So was mag wohl in Delirien häufiger vorkommen, wo es dann in wahnsinnigem Geschwätz zu Tage kommt. Beispiele von unbekannten Sprachen, von religiösen Sectirern vorgebracht, gehören wohl nur zum Theil hierher, weil da auch Willkühr und Eitelkeit im Spiele sein mochte. Bei chronischem Wahnsinn vernehmen wir manchmal fremdartige, constant wiederholte Worte mit besonderer Emphasis ausgesprochen, mit denen die Subjecte wohl einen dunklen Sinn oder auch ein gegenwärtiges, dringendes Gefühl verbinden mögen. Die gehörten Stimmen kommmen nun wieder von ganz unbekannten Personen, oder sie sind uns bekannt. Sie kommen entweder nur von einer Person oder es wechseln Stimmen verschiedener Personen, einzeln oder mehrere zugleich. In vielen Fällen sind wir selbst die Sprechenden, ohne daß damit nothwendig lautes Traumreden veranlaßt würde. Ein andermal führen wir Gespräche mit Andern. Solche Stimmen und Reden lassen sich oft nur für sich allein vernehmen, die Anschauung hat sich nun in die Sphäre des Gehörsinnes vertieft. In andern Fällen tritt aber auch die Thätigkeit der Gesichtsanschauung hinzu, wir sehen die Sprechenden, theils wie sie sich selbst an uns richten, theils im Gespräche unter einander; ich sah die gehörten Worte auch zugleich gedruckt. Merkwürdig ist eine eigene Selbstbeschränkung unserer Personenanschauung hierbei, wovon Beispiele erzählt werden. So von Schülern, Kanzelrednern, Volksrednern, die im Traume in ihrer Rede stecken bleiben, indeß ein Anderer, den sich die bildende Phantasie substituirt, die Antwort oder die Rede übernimmt und glücklich durchführt, da es doch nur wir selbst sind, die in anderer Persönlichkeit den schon vorhandenen Gedanken aussprechen. Es hat hier das Ansehen, wie wenn es für die productive Imagination eine größere Anstrengung wäre, die eigene Persönlichkeit in der Traumerscheinung zu behaupten, als eine fremde, wobei wir uns als Subjecte passiv und blos vernehmend verhalten können. Das ist wohl nothwendige Folge der subjectiven Schwäche im Traume und im Wahnsinn, welche es zu der nöthigen Selbstbesinnung nicht kommen läßt, dagegen solche leichter nach Außen zu versetzen vermag. Aehnliches mag wohl

auch sonst im wachen Zustande der Fall sein bei Individuen, die, bei ihrer geringen Entwicklung und Cultur des Sprachvermögens, für ihre Personen höhere Gedanken zu fassen und auszusprechen nicht vermögend sind, dieses aber sogleich vermögen, wenn es ihnen durch Stimmen, die sie von Außen vernehmen, als durch Mittheilung fremden Geistes eingegeben ist. Es ist, wie wenn durch Anlehnung an objective Anschauung die Kraft der Subjectivität einen freieren Spielraum gewönne. Aehnliches sehen wir sogar im Bereiche der Wissenschaft, wo es gleichfalls am schwersten ist, in einer Theorie sich zu bewegen, durch Anlehnung an die Empirie der geistige Flug einen Gegenhalt bekommt, bei schwächern Geistern aber nur in unmittelbarer Empirie noch möglich wird, Gedanken zu fassen, endlich bei den schwächsten nur die bloße Empirie irgend eine geistige Kraftäußerung zuläßt.

Bei der innigen Association zwischen Gehör und Sprachvermögen kommt es sehr häufig vor, daß der Gehörtraum zugleich mit lauter Rede sich verbindet. In vielen Fällen sind die von den Schlafredenden ausgehenden Worte so undeutlich, daß wir ihren Sinn nicht fassen können. Es mag wohl auch vorkommen, daß ganz andere Worte gesprochen werden, als der Träumende selbst zu sprechen meint. Wir finden ja diese Erscheinung bei Blödsinnsanwandlungen gar nicht selten. In den meisten Fällen aber wird die Traumrede mit der Intention oder mit den innerlich vorgehörten oder zugeraunten Worten in Uebereinstimmung sein. Dieses Letztere ist nämlich so zu verstehen. Auch im wachen Leben ist das Sprachvermögen mit dem inneren Gehörsinn in beständiger Wechselwirkung. Wenn wir uns genau beobachten, so werden wir die Wahrnehmung machen, daß uns gleichsam eine innere Stimme die Worte dictirt, die wir zu sprechen oder zu schreiben im Begriff sind. Manchmal dringt sich diese Wahrnehmung von selbst auf, meistens aber ist inneres und äußeres Wort so innig mit einander verschmolzen, daß der künstlichen Reflexion kaum eine Scheidung erlaubt ist. Und so mag es auch in den meisten Fällen bei Traumredenden vorkommen. Einmal findet sich noch im Traum ein Intervall zwischen innerlich Gehörtem und nach Außen Gesprochenem, ein andermal ist dieses nicht der Fall, sondern Beides unmittelbar mit einander verschmolzen. Sind die geträumten Reden von Gesichtsdarstellungen begleitet, so sehen wir die redenden Personen das entsprechende Mienenspiel ausüben und werden je nach der Gefühlstimmung davon ergriffen. Es kömmt wohl auch vor, daß Thiergestalten sich als redend einführen, oder es wechselt Gestalt auf die drolligste Weise.

Töne, einzeln, oder in melodischer und harmonischer Combination, sind nicht selten Object des Gehörtraumes. Wir hören bekannte Melodien, oder es lassen sich ganz originelle Tonbilder vernehmen, als Gesang oder auch als Instrumentalmusik, mit einzelnen Instrumenten, oder auch im vollen Orchester. Alles dieses hängt von der musikalischen Anlage und Ausbildung des Subjects ab. Ein praktischer Musiker wird wohl auch selbst den Gesang anzustimmen glauben, oder sich bei erhöhter Thätigkeit nach Außen, für die Anwesenden hörbar vernehmen lassen. In andern Fällen glaubt der Träumende ein musikalisches Instrument zu spielen, oder es treibt ihn, ein solches schlafwandelnd ertönen zu lassen. Bei dem Allen kann auch die Gesichtsphantasie mit thätig sein, und musicirende Personen dem Träumenden vorstellen. Gewöhnlich scheint die geträumte Musik in hohem Grade anmuthig und erregt unser Gefühlsvermögen. Besonders meldet sich häufig das Gefühl der Verwunderung, wie wir dies auch schon bei den Gesichtsbildern erwähnten. Diese Verwunderung möchte ich aus einer Anwandlung zum Erwachen erklären, wo-

durch die Ungewöhnlichkeit und Fremdartigkeit der Traumvorstellung uns auffallend wird, was sonst nicht erfolgen würde, wenn wir in die Traumwelt vollkommen versenkt wären. Daß bei Tanzlustigen zu der im Traume gehörten Musik auch Intentionen zu Tanzbewegungen oder auch wirkliche, jedoch nicht ausgeführte Bewegungen im Bette vorkommen, werden viele erfahren haben, wenn sie sich nach durchtanzter Nacht zu Bette legten. — Um in diesem Gebiete sowohl in Bezug auf den Gehör-, als auf den Gesichtssinn Resultate zu erlangen, müßte man fleißig psychologische Excursionen in der Traumwelt der Maler und Musiker anstellen. Man würde gewiß eine reiche Ausbeute gewinnen.

Endlich beschäftigt sich der Traum mit allem möglichen andern Geräusche der Natur- und Kunstwelt. Wir vernehmen das Rauschen der Bäche, Ströme, Wasserfälle, den Aufruhr der Meereswogen, das Heulen der Winde, das Gekrache des Donners, das Rollen und Stürzen der Steine und Felsstücke, das Brechen der Bäume, das Summen von Insecten, Stimmen der Vögel und verschiedener anderer Thiere ohne und mit begleitenden Gesichtsvorstellungen. Ebenso kommen im Traume die mannigfaltigsten Geräusche vor, welche durch technische Beschäftigungen hervorgebracht werden, und gewiß am häufigsten bei Personen, die sich damit befassen. Der Soldat im Felde träumt vom Geräusche der Waffen, der Schmied von den Schlägen des Hammers, der Schlosser vom Geraspel der Feile, der Spinner vom Schnurren der Spinnräder, die Gerber vom Schaben ihrer Eisen, der Schleifer vom Gezische der Schleifsteine, die Drechsler, die Tischler von den Geräuschen, welche die Schmiedeeisen, die Hobel am Holze hervorbringen u. s. w. In den meisten Fällen werden sie sich oder andere dabei mitthätig träumen: andermal aber, bei weniger erregter Phantasie, nur die bloßen Geräusche vernehmen. Wir müssen hier noch einmal auf die eigne Erscheinung erinnern, wo ein gewohntes Geräusch (z. B. die klappernde Mühle), wenn es im Schlafe plötzlich eingestellt wird, das Erwachen veranlaßt. Man kann sich vorstellen, daß ein Theil der Seelenthätigkeit auch während des Schlafes immerfort mit jenem Geräusche träumerisch sich beschäftigt, welche Beschäftigung durch Gewohnheit zu einem organischen Gliede des Seelenorganismus geworden, wenn plötzlich aufgehoben, eine Störung im Ganzen hervorbringt und so zum Erwachen treibt. Zu erwähnen ist noch einmal die einschläfernde Wirkung sanfter Geräusche, der rieselnden Quelle, des säuselnden Waldes, des gleichförmigen Pendelschlages einer Uhr, der monotonen Rede. Sobald die Aufmerksamkeit zu ermuden anfängt, und sich nur halb nach diesen Schällen kehrt, beginnt der einbrechende Schlummer Gehörträume daraus zu bilden und entruckt uns bald der Außenwelt. So entspinnen sich bei mir oft dergleichen Träume aus den Schlägen der nahen Pendeluhr. Einmal vernahm ich darin ein abgesetztes Bellen eines Hundes, andermal die Schläge einer Art, in andern Fällen Worte und Rufe. Bekannt sind die Experimente, wodurch in's Ohr des Schlafenden gesprochene Worte Träume und wohl auch somnambule Antworten veranlaßt wurden. Wenn wir während einer gehörten Rede oder beim Vorlesen eines Buches einschlummern, so bildet der Traum aus den nur noch halbvernommenen Worten ganz neue Wort- und Gedankenfolgen, die bei jeder Aufnahme neuer Worte von Außen mannigfach wechseln können. Dasselbe gilt von Musik und von jeder Art äußern Geräusches.

Wenn Geruchs- und Geschmacksempfindungen in der Welt der Träume nur selten selbstständig vorkommen, so sind doch besonders die erstern geeignet, durch Einwirkung von Außen entsprechende Träume zu erzeugen. Wenn ich darüber

auch keine eignen Erfahrungen habe, so zweifle ich doch nicht, daß Gerüche von Blumen, die in der Nähe des Schlafenden duften, die träumende Phantasie zur Ergänzung von Blumenbildern, von Gärten, Landschaften erregen werden. Ein brenzlicher Geruch könnte die Vorstellung einer Feuersbrunst hervorbringen: Gerüche von Arzneistoffen, Moschus, Campher und Anderes Traumbilder von Kranken und Krankensälen erzeugen. Es wäre der Mühe werth, über die Macht der Gerüche, Träume zu veranlassen, genauere Experimente vorzunehmen. Es scheint, daß der Geruchsinn in einer sehr engen Verbindung mit der Phantasie und dem Gefühlsvermögen steht, wie wir das schon beim wachen Sinnenleben deutlich erfahren. Wahrscheinlich ist dabei eine organisch-chemische Einwirkung aufs Blut und die Nervensubstanz, wenn auch in sehr feinen Graden, mit im Spiele. Bei stärkern Einflüssen riechender Dünste, wo das Materielle die Oberhand gewinnt, beim Athmen von Schwefeläther, Campher, Chloroform, Opiumrauch, Kohlendunst, mit den darauf eintretenden Phantasien, bietet sich uns dieses Phänomen auf ganz auffallende Weise dar. Da Geruch mit dem Geschmacke aufs innigste associirt ist, so müssen äußere Gerüche beim Schlafenden auch Geschmacksträume erzeugen können. Geschmacksträume würde man gewiß auch künstlich zu Stande bringen, wenn man dem Schlafenden Substanzen von süßem, bitterm, salzigem und anderem Geschmack in den Mund brächte.

Ein reiches Material zu Träumen gewährt der Gefühlssinn und dessen specielle Abzweigung, der Tastsinn. Wir unterscheiden hier zuerst, zum Behufe unserer Betrachtung, innere Organgefühle und Hautgefühle.

Der Sitz der inneren Organgefühle sowie aller Gefühle ist im Allgemeinen das Nervensystem. Man kann nur Gefühle unterscheiden, die dem Nervensystem für sich angehören. Diese haben ihren Sitz zunächst in den centralen und radialen Theilen derselben, da die peripherischen Theile jedesmal bestimmten Organen angehören, in denen nur specifische Gefühle erzeugt werden. Die allgemeinsten Nervengefühle sind Schmerz und Lust, die vitalen Kraftgefühle, Gefühlsstimmungen körperlicher Zustände, endlich die eigentlichen Seelengefühle, die jedoch immer vom Nervensystem, also von Körpergefühlen, getragen werden. Jeder Schmerz, auch der geringste, hat den Charakter der Totalität an sich, er ist nicht blos topisch, sondern er wiederhallt im ganzen Nervensystem. Er dringt bis an die Seele und erregt die Instincte der Selbsterhaltung und veranlaßt dadurch irgend eine Reaction der Bewegungskräfte, entweder um sich der schmerzerregenden Ursache zu entziehen, oder sie abzuwehren oder zu entfernen. Dieser ganze Proceß erfolgt entweder bewußtlos oder wie man sagt, instinctmäßig, oder er erreicht die Klarheit des Bewußtseins und ist durch Imagination, intellectuellen Zweckbegriff und freie Willensbestimmungen vermittelt. Wenn blos instinctmäßige Reactionen auf Läsionen und Reize im Schlafe sichtbar erfolgen, so könnte man diesen Zustand somnambul nennen.

Sind sie mit einem Grade von Bewußtsein und Freiheit verbunden, so gehören sie ins Bereich des Traumes. Im Schlafe erreicht der Schmerz, wenn auch dessen materiell-organischen Bedingungen vorhanden sind, bis zu einem gewissen Grade das Bewußtsein entweder gar nicht, und die etwaigen Träume sind von allem Schmerzgefühl unabhängig, wohl gar von heitern und freudigen Situationen begleitet, oder es erwacht nur die Ahnung des Schmerzes, worauf schon beängstigende Traumbildung erfolgen kann, oder bei noch geringerem Grade der Bewußtlosigkeit meldet sich wirkliches Schmerzgefühl und es entstehen reactionelle Träume. Die Phantasie motivirt die Erscheinung des Schmerzes durch entsprechende Traumereignisse als Ursache

derselben, als Schaden und Verwundungen, die uns angethan werden, durch Natureinflüsse, Thiere, Menschen: wir werden gehauen, gestochen, geköpft, erhängt. Oft ist der äußere Schmerz nur sehr unbedeutend, und der Traum dichtet enorme Ursachen dazu, andermal müßte der Schmerz groß sein und doch erscheint er im Traume nur gering. Man müßte viel Wundfieberkranke beobachtet haben, um für diesen Gegenstand reiches Material zu gewinnen. Die neuerlichen chirurgischen Operationen an Aetherisirten geben reiche Gelegenheit, hier Erfahrungen zu sammeln. Das Wohlgefühl, als Gegensatz des Schmerzes, ist weniger specificirt, und wird also auch meist nur allgemeine heitere Träume erzeugen, ohne daß die Phantasie veranlaßt würde, besondere Ursachen der Lust zu fingiren, sie wird sich mit anmuthigen Landschaften, schönen Gebäuden, angenehmen Gesellschaftsgenüssen beschäftigen oder mit erotischen Bildern sich umgeben. Die Gefühle der Schwäche und Kraft haben in den Bewegungsnerven und den sie bestimmenden Centraltheilen ihren Sitz, sie werden von Träumen gehinderter oder erleichterter Bewegung begleitet sein. Krankhafte Verstimmungen des Nervensystems, wie sie durch die verschiedensten Entmischungen des Blutes bedingt sind, müssen auch im Traumleben auf eigene Art sich reflectiren. Von hierher gehörigen Extremen kennen wir das delirium potatorum genauer, ferner die Delirien des nervösen und des typhösen Fiebers. Die Träume der Hysterischen, der Hypochondrischen entsprechen auch der krankhaften Verstimmung ihrer Nerven. Die verschiedenen Narcotica und Spirituosa bringen mit Rücksicht auf Temperament auch eigenthümliche Träumereien hervor. Ihre Naturgeschichte in dieser Hinsicht ist noch kaum im Anfang begriffen. Die affectuellen Gefühle wollen wir an einer andern Stelle besprechen.

Das peripherische Nervensystem nimmt an den Zuständen der Organe Theil, in die es sich versenkt. Wir meinen hier zunächst die vegetativen Organe, Herz und Gefäße, Lungen, Magen, Gedärme, Milch, Leber, Nieren, Geschlechtsorgane. Die Verstimmungen in diesen Nervenpartheieen reflectiren sich in symbolischen Träumen. Herzaffectationen bringen schreckhafte oder auch mutherregende Bilder und Begebenheiten hervor. Das Gefühl des Ekels beschäftigt die Traumphantasie mit unangenehmen Gegenständen, mit vergeblichen Bemühungen bei gewöhnlichen Geschäften, mit Personen, die uns verleidet sind. Die Affection der Lungen versetzt uns träumend in Verhältnisse, die uns Beängstigung und Beklemmung erregen. Wir fliehen vor einem wilden Thiere bis zur Erschöpfung, wir gerathen in Gefahr des Ertrinkens, der Erstickung in Rauch und Flammen. Das Gefühl des Durstes versetzt uns in brennende Wüsten. Das Bedürfniß der Harn- und Kothentleerung erregt Träume der Befriedigung dieses Bedürfnisses entweder blos in der Vorstellung oder in der Wirklichkeit. Bei Kindern ist Bettepissen in Folge von solchen Träumen eine sehr gemeine Erscheinung. Oft wird diese Unart durch Androhung von Schande oder körperlicher Züchtigung oder auch durch Ausführung der letzteren geheilt, wo dann im Traume ein Gefühl das andere bekämpfen muß. Erotische Träume im Alter der angehenden und vollen Geschlechtsreife als Folge der Ueberreizung oder des Uebermaaßes der Zeugungskraft sind aller Welt bekannt. Bei Frauen, die schon geboren haben, können alle Zufälle der Geburt bei Affectionen des Uterus im Traume vorkommen.

Die Haut gehört theils den sensitiven, theils den vegetativen Organen an, sie zieht eine große Parthie des Nervensystems in ihr Bereich. Man könnte sie, wie dies auch von höheren Sinnorganen, dem Auge und dem Ge-

höre, gilt, für einen explicirtern Gehirntheil halten, mit dem sie überhaupt in dem innigsten Wechselverkehr steht. Ausgebreitete Entzündungen der Haut, wie in den exanthematischen Krankheiten, bei Erysipelas, ausgebreiteten Verbrennungen, bringen meist auch das Gehirn in Mitleidenschaft. Delirien sind bei solchen Affectionen eine sehr gemeine Erscheinung. Schon eine gewöhnliche Unterdrückung der Hauttranspiration, leichte katarrhalische und rheumatische Verstimmungen der Hautnerven haben unruhigen Schlaf mit lebhaften Träumen zur Folge. Bekanntlich ist auch bei acuten und chronischen Seelen- oder Gehirnkrankheiten die Haut mit afficirt und dies gehört zu den constantesten Symptomen für ihre Diagnose. So reflectiren sich in ihr die Hirnaffectionen, und ihre Affectionen reflectiren sich im Gehirn.

Durch die Haut als Sinnorgan empfinden wir theils die Zustände ihrer Cohäsion, wie sie durch Berührungen von Außen verändert werden, theil ihre Temperaturgrade, theils einige ihr eigenthümliche Gefühle, des Kitzels, des Juckens, des Ekels, des Wohlgefühls, der Angst, der Beengung und der Ausdehnung und Befreiung. Dergleichen Empfindungen und Gefühle werden entweder von Außen erzeugt, oder sie treten selbstständig auf, als subjective Erscheinungen, durch organische Processe in den Säften und Nerven veranlaßt. Wenn die Bedingungen der Hautempfindung, als Berührung, Druck, Einschnürung im Schlafe gegeben sind, so erzeugen sich Traumbilder, welche geeignet sind, als Erklärungsgrund der vorhandenen Empfindung zu dienen. Wird der Kopf am Bettende gedrückt, so könnte man träumen, eine eiserne Krone zu tragen. Liegen wir nicht bequem auf dem Rücken oder an der Seite, hat sich eine Falte im Betttuch gebildet, die einen örtlichen Druck ausübt, so glauben wir an einem einschneidenden Bandriemen eine Last zu tragen. Wenn die Hand durch Druck auf die Nerven in lähmungsartigen Zustand gerathen ist, so erscheint sie im Traume als ein fremder Körper, der uns unangenehm berührt, oder es wird eine Person geträumt, die uns Gewalt anthun will. Ist gar die ganze Seite lähmungsartig afficirt, so glauben wir einen Fremden neben uns liegend, den wir vergebens aus der unmittelbaren Nähe zu entfernen bemüht sind. Sehr häufig und bei den verschiedensten Personen wird bald nach dem ersten Einschlafen geträumt, wie wenn man von einer Höhe plötzlich zu Boden auf den Rücken gefallen wäre. Ich erkläre dieses so: die mit dem Schlafe eintretende Gefühllosigkeit der Haut könnte sich im Traume als ein berührungsloses Schweben darstellen. Wenn nun plötzlich die Empfindung wieder eintritt und das Gefühl des Hautdruckes beim Liegen auf dem Rücken wahrgenommen wird, so wird man dieses im Uebergange aus dem schwebenden Zustande als ein Fallen aus der Höhe vorstellen. Der augenblickliche Traum von einem Schweben oder im Fallen begriffen sein, entsteht dadurch, daß wir aus einem tiefern bewußtlosen Schlafe in einen hellern Zustand erwachen, indem zwar noch die Hautempfindung des Drucks beim Liegen auf dem Rücken mangelt, und somit der Körper als schwebend erscheint und träumend geglaubt wird, bis beim weitern Fortschritte des Erwachens die Druckempfindung eintritt und mit ihr der Traum vom wirklichen Niederfallen. Andermal erfolgt solches Aufschrecken aus dem ersten Schlafe in Folge eines geträumten Stolperns, wo dann ein krampfhaftes Zucken des Schenkels die veranlassende Ursache war.

Daß wir auch im tiefsten erinnerungslosen (wohl nicht traumlosen) Schlafe der Hautempfindungen fähig sind, beweist die Veränderung der Lage, die der Schlafende vornimmt, wenn sie ihm unbequem geworden ist, das sich

Zudecken, wenn Theile entblößt und der kälteren Luft ausgesetzt sind, oder auch das sich Abdecken, wenn es im Bette zu warm geworden. Wir wissen, daß im Schlafe lästige Insecten durch ganz sicheres Darnachgreifen gefangen oder zerdruckt werden, daß, wenn scherzweise die Oberlippe mit einer Federfahne gestrichen wird, die Hand des Schlafenden abwehrend sich bewegt. Bei Hautkrankheiten kratzen sich die Kinder oft bis aufs Blut während des Schlafes. Die angeführten Bewegungen aus tiefem Schlafe werden jedoch in vielen Fällen unter denselben Bedingungen des Hautreizes in ausführliche Traumbilder übergeben. Das auf der Haut dahinlaufende Insect erscheint als Wild in freiem Felde, das wir mit eifriger Jagdlust zu erschießen begriffen sind. Das kühle Lüftchen, welches unsern unbedeckten Arm oder Brust bestreicht, stellt sich uns als ein kalter Wasserstrom dar, in dem wir schwimmen: der Kitzel unter der Nase wächst im Traume zu einem Schnurrbart, der uns lästig ist u. s. w.

An die Hautempfindungen reihen sich unsere bewußten Muskelbewegungen, da diese mit dem Tastsinn auf das Innigste verbunden sind, dies sowohl im Wachen, als im Träumen. Die Bewegungsträume sind von zweierlei Art, einmal somnambule, die in wirkliche Bewegungen ausbrechen, sodann ideelle, die blos in phantastischen Vorstellungen bestehen. Die somnambulen Bewegungsträume finden gewöhnlich nur in dem tiefsten erinnerungslosen Schlafe Statt. Sie erscheinen als Bewegungen, die mehr oder minder deutlich durch einen vorgedachten Zweck bestimmt werden. — Wahrscheinlich sind Vorstellungen mit Bewußtsein dabei vorhanden, obgleich man dies nicht mit Sicherheit behaupten kann, da das Individuum aus eigener Erinnerung darüber kein Zeugniß zu geben vermag. Wir rechnen hierher nicht blos ausführliche somnambule Handlungen, wie sie als seltene Ereignisse erzählt werden, sondern auch die geringsten zweckmäßigen Bewegungen im Schlafe, Seufzen, Stöhnen, Husten, Aenderung der Lage, Abwehr von Schädlichkeiten, Schwindelbewegungen, Schlafreden, Angstruf u. a. finden hier ihre Stelle. Bei dem vollkommenen Somnambulismus verläßt der Schlafwandler seine Schlafstätte und unternimmt bei finsterer Nacht oder noch öfter bei Mondenschein (daher man solche Mondsüchtige nennt) oft weite Wanderungen mit starr offnen oder auch geschlossenen Augen: er wandelt über schmale Stege mit größter Sicherheit, besteigt Mauern, Dächer, Felsen, und kehrt dann wieder in sein Lager zurück, ohne die geringste Erinnerung davon zurückzubehalten. Alle Bewegungen erfolgen mit großer Bedachtsamkeit, doch nicht so wie die eines Blinden, sondern es hat den Anschein, wie wenn er seines Gesichtes mächtig wäre, daher man annimmt, daß bei den Nachtwandlern auf eine eigene unbegreifliche Weise der Gesichtssinn thätig ist. In den meisten Fällen beschränkt sich das Nachtwandeln blos auf die Schlafstube oder die nächsten Gemächer des Hauses. Es wird blos umhergegangen, oder es werden auch gewohnte Geschäfte vorgenommen, je nach der Art der Beschäftigungen am Tage. Der Studirende schreibt, der Handwerker verrichtet Arbeiten. Alles geschieht in größter Stille, auch scheint das Gehör für ungewohnliche Geräusche nicht empfänglich: nur die Nennung des eigenen Namens kann den Schläfer leicht erwecken, wo er dann seine ungewöhnliche Situation nicht begreifen kann. In seltnern Fällen führt er auch Selbstgespräche, declamirt, verfertigt Verse. Bekannt ist das von Freiherr von Seckendorf verfaßte und in C. Phil. Moritz's Magazin für Seelenerfahrungskunde, Bd. 5. Hft. I. S. 59 mitgetheilte schöne Gedicht an die Phantasie. Manche Nachtwandler kleiden sich vollständig an, ehe sie ihre Gänge antreten und

kleiden sich dann wieder aus, ehe sie sich wieder zu Bette legen. Die blos in Zimmern wandelnden bleiben meist unbekleidet. Bei ihren geträumten Geschäften ahmen sie meist nur die Bewegungen nach, ohne die Gegenstände selbst zu behandeln, oder sie substituiren einen falschen Gegenstand, reiten auf der Fensterbrüstung, fechten, schlagen um sich, spielen Clavier auf dem Tische, machen Bewegungen des Schwimmens im Bette nach, behandeln das Kopfkissen wie die geträumte Sache; ein andermal sind sie reell beschäftigt, essen, trinken, schreiben und bringen sonst was zu Stande. Die Anfälle des Schlafwandelns sind manchmal periodisch, daher man sie mit dem Mondlaufe in Beziehung brachte, meistens aber zeigen sie keine Periodicität; sie kommen zumeist bei Nacht, in der ersten Stunde des Schlafes, sehr selten bei Tage vor. Die erste Kindheit und das hohe Alter sind beinahe gänzlich davon ausgeschlossen. Am häufigsten erscheint es im Knabenalter und in den Jahren der angehenden Geschlechtsreife; öfter beim männlichen als beim weiblichen Geschlecht; bei diesen mehr unter der Form der Katalepsie und in neuerer Zeit unter der des animalischen Magnetismus.

Wenn man nicht annehmen kann, daß ein eigner, mystischer Gesichtssinn die Bewegungen der Somnambulen leite, so bleibt nur die Annahme einer höchst lebhaften Imagination der frühern Gesichtsanschauungen, die mit dem Tastsinn und den Bewegungen aufs innigste verbunden wäre. Da wir im wachen Zustande bei geschlossenen Augen in einem sonst bekannten Locale doch sehr unsicher uns bewegen, so müßte zur Erklärung einer so genauen Imagination bei Schlafwandlern zugegeben werden, daß die Seele noch viel genauere Abbilder der sichtbaren Gegenstände mit allen ihren Evolutionen für seltene Anwendung im Gedächtnisse bewahre, als wir bei dem gewöhnlichen Gebrauch der durch Sinne unterstützten Phantasie deren bedürfen, und daß zwischen jenen Abbildern und den Bewegungen eine viel innigere Association bestehen müsse, so daß dieses imaginäre Verhältniß demjenigen gleichkommt, welches zwischen dem wirklich sehenden Auge und unsern Bewegungen stattfindet. Man kann sich daher in den Zustand des Somnambulen nicht besser versetzen, als daß man sich einbildet, daß man selbst bei vollständig wachem Sinne somnambul sei, welcher Gedanke allerdings einen sonderbaren Eindruck auf uns macht, so daß wir momentan in Zweifel gerathen können, ob wir wirklich wachen oder träumen.

Es giebt noch andere Bewegungen, die wir in halbem Schlafe vornehmen, die in unserm Sinne auch wohl somnambul genannt werden können, jedoch strenger genommen zum eigentlichen Somnambulismus nicht gerechnet werden. Wenn der Soldat nach durchwachten Nächten auch schlafend fortmarschirt, der Reiter schlafend sich auf dem Pferde erhält, der Kutscher Peitsche und Zügel festhält, der Ruderer fortrudert, der Schreiber noch zu schreiben, der Vorleser zu lesen, der Redner zu sprechen fortfährt, so sind das theils automatische Bewegungen, theils ein partielles Wachen, indem ein anderer Theil der Seelenkraft in Schlaf verfallen ist.

Nach der Betrachtung der somnambulen Bewegungsträume kommen wir zu den idealen, die in keine wirklichen Bewegungen ausbrechen, sondern nur mit intendirten sich begnügen. Diese sind die häufigsten. Es giebt kaum irgend einen ausgeführten Traum, wo nicht Bewegungen, theils eigene, theils äußerer Personen und Gegenstände vorkämen. Nehmen wir zuerst unsere eigenen Bewegungen im Traume. Wir gehen, laufen, springen, schwimmen, schweben, fliegen, stolpern, fallen. Oft träumte mir schon, daß ich mit großer Leichtigkeit lief; nun kam es mir vor, daß ich meilenweis län-

ger in der Luft schwebte und wohl viele Klafter lang mich frei fortbewegte. Ein ander Mal habe ich das Vermögen, von jedem Ort mich in die Höhe zu erheben, und nun langsam hin und her zu schweben. Dabei kann man sich nicht genug verwundern uber diese neue Fertigkeit, und freut sich im voraus, wie man sie wird benutzen können. Selbst wenn wir erwacht sind, können wir diesen Glauben nicht sogleich los werden. Ebenso leicht geht es mir mit dem Schwimmen und Reiten, worin ich sonst kein großer Künstler bin. Außer diesen Bewegungen des ganzen Körpers kommen im Traume die mannigfaltigsten Bewegungen aller unserer Körpertheile vor. Mit den Armen und Händen verrichten wir allerlei mechanische Arbeiten, wir schneiden, hobeln, drechseln, sägen, je nach der Beschäftigung im Wachen. Mit den Augen verfolgen wir die im Traume sichtbaren Gegenstände. Wir sprechen, singen, kauen, schlingen, trinken. Ebenso sehen wir die Bewegungen äußerer Gegenstände der unorganischen Natur, der Thiere, der Menschen. Eine eigne Modification der Bewegungsträume sind die Schwindelträume, wo wir in passiver Bewegung und im Wirbel mit ängstlichem Gefühl uns zu drehen wähnen. Ich selbst litt als Knabe von 7 bis 10 Jahren an den sogenannten Fraisen (eclampsia) und erinnere mich deutlich des Traumbildes in deren Begleitung. Es erschien mir wie ein unermeßliches, wirbelndes Feuermeer, in das ich in immer schnellerer Drehung hineingerissen wurde, wogegen ich mich mit allen Kräften sträubte, bis ich das Bewußtsein verlor. Die dabei vorkommenden Bewegungen mußten äußerlich als klonische Krämpfe erscheinen, obgleich es nichts als geträumte Schwindelbewegungen waren. Zu solchen passiven Schwindelbewegungen gehören auch jene oben erwähnten Träume von Schweben, Fallen, Stolpern. Das Aufschrecken der Kinder aus dem ersten Schlafe mag von ähnlichen Traumbewegungen begleitet sein. Selbst die Epilepsie, die von der Eclampsie nur dem Grade nach sich unterscheidet, mag von ähnlichen Schwindelträumen begleitet sein, die die träumende Phantasie nach Verschiedenheit der Individuen durch die mannigfaltigsten Traumbilder motiviren wird. Auch gehören hierher als Nachhall passiver Bewegungen im Wachen die Träume, welche nach Tanzbelustigungen, schnellen Fahrten zu Schlitten, Wagen, stürmischen Bewegungen, angestrengten Ritten u. dgl. den Schlafenden befallen.

Auch in der Katalepsie wird wohl ein Traumleben stattfinden, nur haben wir davon keine Kunde, da dieser Zustand erinnerungslos ist. Die dabei manchmal vorkommenden Irrereden deuten darauf hin. Sie läßt sich wohl mit der Ekstase vergleichen, von der sie äußerlich kaum zu unterscheiden wäre, nur daß bei ihr physische, bei der Ekstase psychische Ursachen im Spiele sind. Man stellt sich den Zustand in der Ekstase als eine plötzliche Firirung der Anschauung oder des Gefühls vor, wobei die Willens- und Bewegungskräfte des Nervensystems in ähnliche Erstarrung gerathen. Als Katochus äußert sich diese Firirung der Bewegungskräfte in unbiegsamer Starrheit, als Katalepsie in der bekannten wachsartigen Biegsamkeit aller beweglichen Partien des Körpers. Diese Erscheinung deutet darauf hin, daß die gesammten Muskelkräfte in einer mittleren antagonistischen Spannung gegen einander begriffen sind. Daß in solchen Zuständen noch eine eigene Art Empfindlichkeit und somit ein Grad von Bewußtsein vorhanden sein müsse, konnte aus folgenden zwei Fällen meiner eigenen Erfahrung hervorgehen. Ich wohnte im Jahre 1818 als Mediciner im 5ten Jahre und chirurgischer Prakticant in dem Prager allgemeinen Krankenhause in der Nähe der Abtheilung der Aussätzigen und hatte eben in einem medicinischen Journal, des-

sen Titel mir entfallen ist, die Erfahrungen Passavant's gelesen, nach welchen es ihm gelungen, Kataleptische zu erwecken oder sich mit ihnen in Rapport zu setzen, wenn er ihren Arm stramm anzog, und in die mit seiner Hand zusammengefaßten Fingerspitzen ihren Namen rief oder sonst etwas zu ihnen sprach. Zu derselben Zeit werde ich dringend in die genannte Abtheilung gerufen, um einem in eine todtenähnliche Erstarrung verfallenen Individuum Hülfe zu leisten, nachdem man schon mehrere der üblichen Erweckungsmittel vergebens versucht hatte. Es war ein ausgedienter Soldat von etwa dreißig Jahren, jüdischer Nation und Confession, über mittlere Größe und von ziemlich robuster Körperbeschaffenheit. Ich, noch voll von meiner Lecture, in dem gegenwärtigen Falle eine Starrsucht erkennend, trete an das Bett hin, ergreife den rechten Arm des Patienten, ziehe ihn mit Gewalt an mich an und spreche in die zusammengehaltenen Fingerspitzen seinen Namen aus. Sogleich richtet sich der Patient im Bette auf, öffnet die Augen und sieht starr um sich herum, bis allmählig das Bewußtsein vollkommen wiederkehrt. Die Umstehenden waren nicht wenig über meine Macht verwundert und machten sich mystische Deutungen. Ich aber kehrte ruhig in meine Zelle zurück, innig erfreut, eine so seltene Erfahrung gemacht zu haben.

Ein anderer Fall von Katalepsie mit ganz andern Erscheinungen ereignete sich in einer der chirurgischen Abtheilungen weiblicher Kranken. Eine Bürgerstochter aus Jungbunzlau, sie mochte achtzehn Jahr alt gewesen sein, von gehemmten Verstandskräften, lag wegen einer chirurgischen Affection (so viel ich mich erinnere hinkte sie) im Hospital. Nebenbei zeigten sich bei ihr Anfälle von Starrsucht, die alle anderen Tage Abends um 6 Uhr wiederkehrten und in der Regel die ganze Nacht dauerten. Die Kranke lag bewußtlos in vollkommener Erstarrung ausgestreckt da, mit schwerem Athmen und etwas accelerirtem kleinen Puls: alle Glieder waren so steif, daß man sie nur mit Anstrengung erheben konnte, worauf sie sogleich in die frühere Lage zurückfielen. Doctor von Lichtenfels, damals Assistent beim verstorbenen Professor Fritz, gegenwärtig praktischer Arzt in Wien, der alle Abende um 6 Uhr die Visite auf den Abtheilungen machte, hatte mich schon früher mit diesem Falle bekannt gemacht. Eines Abends bemerkte er bei Untersuchung des Pulses der in Erstarrung begriffenen Patientin, daß der Arm locker sei, und er konnte ihn mit Leichtigkeit erheben und in seine frühere Lage wieder zurückbringen. Er ergreift mit der Linken den andern (den rechten) Arm der Kranken, um ihn gleichfalls zu erheben. Hier gelang es jedoch nicht, bis er wieder mit seiner Rechten zugriff, worauf sich der Arm wieder mit Leichtigkeit heben und wieder zurückbringen ließ. Er wechselte nun mit den Händen und fand bald, daß nur die rechte Hand die Kraft besaß, den Arm ohne Widerstand in Bewegung zu bringen. Um einen Unterschied an seinen Händen aufzufinden, bemerkte er bald den goldnen Ring, den er Tags vorher als Neuverlobter aufgesteckt hatte. Er zog diesen ab, und sogleich war die Macht seiner Hände geschwunden. Sogleich kam ihm der Gedanke, ob hier nicht eine Art Metallwirkung im Spiele sei. Die Versuche wurden mit einer silbernen Uhr wiederholt und gelangen ebenso. Alle Theile des Körpers wurden mit Hülfe dieser Metalle flexibel und blieben in jeder Stellung und Lage, wenn auch der gezwungensten in abermaliger Erstarrung, sobald sie von der mit Metall armirten Hand losgelassen wurden. Andere Metalle, Kupfer, Eisen, Zinn, hatten keine Wirkung. Als ich beim nächsten Anfall zugegen war, machte ich dieselben Versuche und konnte mich auf die vielfältigste Art überzeugen, daß hier keine Verstellung im Spiele war. Die

Kranke lag mit völlig geschlossenen Augen da, und konnte unmöglich sehen, ob ich mit armirter oder nicht armirter Hand sie berührte. Ich konnte den Kopf, die Arme in die gezwungensten Lagen bringen und sie beharrten darin in vollkommner Erstarrung, bis ich sie wieder in andere brachte. Ein Versuch schien mir besonders entscheidend. Ich öffnete mittelst des goldenen Ringes das linke Augenlid, so daß das Auge weit offen hervorstarrte; doch blieb dabei das rechte ganz ruhig und geschlossen. Jenes aber blieb so lange ohne die geringste Zuckung offen, bis ich sein Lid mittelst des Ringes wieder zum Schlusse brachte. Die Kranke wurde bald darauf reconvalescirt. Nochmals sah ich sie in ihrer Vaterstadt; sie litt nicht mehr an Starrkrampf, ihr Habitus und ihre Sprache zeugten aber noch immer von einer inneren Lebenshemmung im Nervensystem. In Berlin sahe ich im Jahre 1822 in der Charitee gleichfalls eine Kataleptische, die während ihrer Beschäftigungen in der Krankenstube von Zeit zu Zeit plötzlich, und in der Lage (sitzend stehend, oder sonst wie) in Erstarrung verblieb, bis der Anfall vorüberging. Einer von den dienstthuenden Chirurgen stand mit ihr in Rapport, dessen Stimme sie ausschließlich zu vernehmen vorgab, und auch darauf erwiederte. Ich fand später nicht Gelegenheit, mich über den Fall näher zu belehren. An diesen wenigen Beispielen meiner eigenen Erfahrung, da ich am wenigsten darauf ausging, und die sich wahrscheinlich durch die Erfahrungen praktischer Aerzte bedeutend vermehren ließe, geht schon hervor, daß im kataleptischen Zustande wohl noch ein Grad von Bewußtsein, und somit die Möglichkeit von Traumvorstellungen vorhanden sein müsse. Doch werden diese gleichfalls nicht beweglich, sondern wie der ganze Zustand des gesammten Organismus in eine Art von Erstarrung oder Unveränderlichkeit begriffen sein, wodurch alle Kräfte der Wahrnehmung in ihnen concentrirt, und von dem übrigen Vorstellungsgebiete abgezogen werden.

Ob auch in den im gewöhnlichen Zustande des Wachens sich ereignenden, meist den Anschein von Zweckmäßigkeit an sich tragenden Bewegungen des Veitstanzes etwas Traumartiges vorhanden sei, könnte noch in Frage gestellt werden. Es scheint einen Widerspruch zu enthalten, daß während des Wachens zu gleicher Zeit ein Traumzustand stattfinden sollte. Man bedenkt aber nicht, daß es eben auch ein Widerspruch ist, während des Schlafes einen solchen gelten zu lassen. — Man hat hier sogar zugegeben, daß im tiefsten Schlafe ein Träumen vorkomme, das jedoch aus Mangel an Erinnerung zum gewöhnlichen Bewußtsein nicht gelangen könne. Mir scheint es unbedenklich, mit gleichem Rechte träumerische Zustände jeder Art, somit auch Bewegungsträume, active sowohl als passive, auch neben partiellem Wachsein gelten zu lassen. Die Gleichzeitigkeit des Wachens oder Schlafens beim Träumen gehört nicht wesentlich zu seinem Begriff, eben so wenig, als daß wir uns dessen bewußt werden oder nicht. Das Wesen des Traumes beruht einerseits in der Unfreiheit der psychischen Thätigkeit, andererseits, sofern sie auf sensoriellen Anschauungen beruht, in der Nichtübereinstimmung mit der äußern Wirklichkeit, oder, sofern sie intellectuell ist, in der Nichtübereinstimmung mit der Autonomie der Vernunft. Man könnte einwenden, daß diese Charaktere dem Wahnsinne angehören, wogegen ich gar nicht opponiren will. Im Gegentheil bin ich bei meinen vielfältigen Beobachtungen der Erscheinungen des Traumes bei mir sowohl, als bei Andern, zu der Ueberzeugung gekommen, daß qualitativ oder ihrem Wesen nach beide Zustände von einander nicht verschieden sind, und daß hier nur quantitative

und relative Verschiedenheiten stattfinden. Doch darüber soll noch später ausführlich gesprochen werden.

Nach diesem wird es erlaubt sein, auch dem Veitstanz, der sonst unter den nervösen Krankheiten seine Stelle einnimmt, im Gebiete des Traumes eine solche anzuweisen. Er hat die größte Aehnlichkeit mit somnambulen Zuständen und bildet gegen diese nur darin einen Gegensatz, daß er meist im wachen Zustande sich ereignet. Sogar in Hinsicht des Lebensalters, den Entwicklungsjahren, stimmt er damit überein. Die einzelnen Symptome und ihre Complexe sind ebenso mannigfaltig. Er ist nur heftiger als der Somnambulismus, krampfhafter, dauert meist kürzer, und läßt, wenn er länger gedauert, eine größere Erschöpfung zurück. Er nähert sich in dieser Hinsicht mehr der Epilepsie. Wir führen hier nur einige Erscheinungsformen derselben an.

Zuerst die kleinen Bewegungen: allerlei Grimassen des Gesichts, Verdrehungen der Augen, Bewegungen der Zunge, unwillkührliche Laute und Worte, Verdrehungen des Halses, Gesticulationen der Arme; sodann ausgebreitetere Bewegungen, Reden, Singen, besonders der untern Extremitäten (daher vorzüglich der Name), in allerlei Stellungen, Gängen, Sprüngen, Klettern, Tanz. Nahe verwandt mit diesem sind andere, sonst moralische Gebrechen, die sogenannten Unarten der Kinder, Bewegungen in leidenschaftlichen Zuständen, das Entlaufen in panischem Schrecken, die Tanzwuth, gewaltsame Thätlichkeiten im Zornmuth, Rachegefühl, Kriegesmuth, Liebeswuth, Enthusiasmus. Hier finden auch halbunwillkührliche, mechanische oder automatische Bewegungen ihre Stelle, welche theils als Naturtrieb und Instinct angelegt sind, theils durch Gewohnheit absichtslos geworden und sich von selbst als mechanische Action periodisch wiederholen, theils auch freierworbene Thätigkeiten, die durch große Application den Charakter der Objectivität und eines instinctiven Handelns auf sich genommen haben, so alle Arten Virtuosität im Reden (Improvisation), und Bewegungen (technische, musikalische, plastische, graphische, chromatische rc.), die wir alle unter bewußtlosen Traumhandlungen befassen könnten. Wir unterlassen es hier, die Betrachtungen der Träume nach dem höheren Seelenvermögen, so wie nach ihren objectiven Vorbildern und Motiven weiter auszuführen, da sich im folgenden Abschnitt, wo über ihre Vollkommenheitsgrade gehandelt, vielfältig Gelegenheit finden wird, darüber ausführlicher zu sprechen.

Man kann, nach der Vollkommenheit der Traumbildung, folgende drei Classen unterscheiden:

1. Die sinnlichen Anschauungen des Traumes tauchen auf und vergehen in ihrem Verlaufe häufig ohne alle wechselseitige Beziehung in der mannigfaltigsten Nacheinanderfolge;
2. ein andermal verlaufen sie nach Beziehungen der Aehnlichkeit und des Gegensatzes, ohne irgend einen innern Verstand und zweckmäßige Beziehlichkeit zu zeigen;
3. die vollendetsten Träume sind solche, in denen das Gesetz der Causalität herrschend ist, die einen pragmatischen Zusammenhang zeigen.

Zu den Träumen der ersten Classe gehören die phantastischen Gesichtserscheinungen J. Müller's. Sie erscheinen auch schon im wachen Zustande, wenn wir die Augen schließen und die dichtende graphische Phantasie (gleich

dem Maler, der aus einem Gewirre von Linien und Flecken sich Bilder heraussieht) aus den subjectiv aufsteigenden Nebelflecken nach Zufall Bilder schafft. In noch höherem Grade und vollendeterer Täuschung findet dieses Statt, wenn uns ein Schlummer beschleicht, oder auch bald nach dem Erwachen, wo ein träumerischer Schleier noch eine Weile unsere Sinne umfängt. Gewöhnlich sind es Menschenphysiognomien, oft fratzenhafter Art, die in immerwährenden Umwandlungen dem Sinne vorgaukeln, auch Thier- und Menschengestalten, oder auch allerlei Geräthschaften, bekannte Localitäten, Landschaften, meist Bilder von Dingen, mit denen sich das Individuum im wachen Zustande vielfältig beschäftigt und die in der Imagination bleibende Eindrücke zurückgelassen. Man könnte sie als Anwandlungen von Hallucinationen betrachten, die jedoch nicht stark genug sind, um vollkommnere Illusion herbeizuführen. Aehnliches widerfährt uns in der Sphäre des Gehörsinnes. Wir vernehmen melodische und harmonische Tonfolgen, Stimmen und Reden, ganze Sätze, welche einen Sinn enthalten, jedoch bald mit andern wechseln, ohne innern verständigen Zusammenhang. Aehnliches mag auch oft im Tastsinne vor sich gehen, es prägt sich jedoch nicht so lebendig aus. Am wenigsten im Geruchs-, Geschmacks- und Gefühlssinne, deren Gedächtniß und Imagination weniger ausgebildet sind, da dazu weniger Anlage vorhanden ist.

Die zweite Classe von Träumen, die Associationsträume, sind schon höherer Art. Sie können gleichfalls vorwaltend nur in einer Sinnessphäre vorkommen. Ihr Charakter ist, daß sie schon in ihrem Verlaufe einen gewissen Zusammenhang zeigen, nach Beziehungen der Aehnlichkeit, des Unterschiedes, des Gegensatzes. Die Seele verhält sich jedoch auch noch hierbei auf mehr passive Weise. Die Vorstellungsreihen mit ihren Associationen gehen selbstständig vor sich; sie ist nur der Zuschauer davon. Sie ist auch so wenig in das Interesse dieses Bilderspiels gezogen, daß sie sie kaum als Wirklichkeiten denkt und eben so wenig als subjective Fictionen, da sie selbst in einem indifferenten Zustande zwischen Subjectivität und Objectivität sich befindet. Dennoch kommen auf dieser Stufe schon Andeutungen der nächstfolgenden höheren vor. Es ist schon ein Streben da, etwas individuelles hervorzubringen; die wandelbaren Bildungen an einem Substrat momentan festzuhalten. Irgend eine sichtbare Gestalt, z. B. die eines Bekannten verwandelt sich zwar vor unserem Sinne, es wird aber wieder eine Menschengestalt, nur ein ganz anderes Individuum; so geht es auch mit Localitäten. Im Gehörsinn vernehmen wir schon ganze Sätze mit den enthaltenen Urtheilen, wohl auch in Beziehung auf redende Personen. Es hat aber nichts Bestand, es ist kein historischer Verlauf vorhanden, alles ist noch fragmentarisch und nur durch zufällige Aehnlichkeiten oder Gegensätze, durch Einheit des Subjects oder des Ortes nur kurze Zeit verbunden. Die Aufmerksamkeit vermag nicht den Fluß der Vorstellungen zum Stillstande zu bringen, der Verstand ist zu schwach, um Urtheile zu bilden; das Gedächtniß vermag nicht die früheren Momente festzuhalten, wodurch allein größere Anschauungen mit reicherem, intellectuellem Apparat zu Stande kommen. Alle diese Vorgänge der ersten und zweiten Traumclasse können mit mehr oder weniger lebhaften affectionellen Zuständen verbunden sein und wohl auch Begehrungs- und Bewegungstendenzen zur Begleitung haben, es zeigen sich schon abgebrochene Reden, unbestimmte, meist zwecklose Bewegungen.

Die dritte Classe umfaßt endlich die vollendeten Träume, welche mehr oder weniger den Wirklichkeiten entsprechen und somit auch von vollkommnerer

Täuschung begleitet sind. In der Sphäre dieser Träume sind alle Seelenvermögen, theils mit vorwaltender Einzelheit, theils in verschiedenen Combinationen repräsentirt, sie nehmen mehr oder weniger den ganzen Menschen in Anspruch, ihre Kraft ruft das ganze Subject zur Reaction, welches dadurch ihre Objectivität anerkennend, nun selbst mitthätig wird, und so die ethische Seite der Traumwelt in Gefühlen, Affecten, Leidenschaften, Willensbestimmungen, nach dem Maaßstabe des individuellen Temperaments, Naturells und Charakters sich eröffnet. Hier gestalten sich die Träume in epischer und dramatischer Form. Wir werden mithandelnde Personen und zugleich die bewußtlosen Dichter dieser phantastischen Welt; jedoch nicht als gleichgültige Zuschauer, wir fühlen und handeln mit und hier ist es, wo die Erscheinungen des Somnambulismus am öftersten zu Stande kommen.

Wenn wir diese drei Traumclassen mit einander vergleichen, so finden wir, daß sie in verschiedener Tiefe der Substanz des Seelenlebens einwohnen. Die ersten leichten Traumbilder, die beinahe nur aus zerstreuten Traumstoffen bestehen, schweben nur gleichsam auf der Oberfläche der Seele, sind wandelbare Krystallisationen und Wiederauflösungen des psychischen Bildungselements. Tiefer durchflechten schon die Traumbilder der zweiten Classe den Traumboden, sie breiten sich schon aus bis zu wechselseitiger Berührung und Begränzung, doch haben sie noch keinen Bestand, und die Tiefe der Seele bleibt noch unbewegt von ihrem Treiben. Erst die dritte Art Träume mit vollkommener Subject-Objectivität bringt das Centrum des Seelenlebens selbst in Mitbewegung. Leicht führt diese Betrachtung zu einer Vergleichung mit der Geschichte unserer Erde, wie sie uns von geologischen Forschern allmählig enthüllt wird und wie sie in der Geschichte der Menschheit zur weitern Entwickelung sich bewegt.

In diesen verschiedenen Formen des Träumens finden wir im Allgemeinen die Seele in einem Zustande innerer Entzweiung. Ein Theil ihrer Kraft hat sich der übrigen Centralkraft des Subjects entrissen und vollzieht seine Bildungen auf selbstständige Weise. Die Seele erkennt diese Werke nicht mehr als die ihrigen an, sie entäußert sie von ihrem eigenen Thun und muß ihre objective Realität gegenüber ihrem tiefern Selbst anerkennen. Es ist dies offenbar ein Schwächezustand der Seele, die mit ihrer ganzen Kraft ihr subjectives Gebiet nicht mehr beherrschen kann. Bei der ersten Classe läßt sie noch dem Treiben der unregelmäßigen Bilderjagd gewähren, ohne selbst mit ins Spiel gezogen zu werden, sie ist nur ein passiver Zuschauer derselben. Selbst der objective Charakter der Bilder ist nur ein schwacher Schein, und wird leicht bei der geringsten Steigerung der Besinnung in's subjective Gebiet der Phantasie wieder zurückgenommen. Es ist daher eine Aehnlichkeit zwischen diesen und den gewöhnlichen Träumereien des wachen Lebens, die uns auch wider unsern Willen und während anderer Beschäftigungen des Geistes wie ein unwillkommenes Insectenheer umschwärmen. Ein andermal geben wir uns diesem Ideenspiele hin und sind auch wachend müßige Zuschauer desselben. Am häufigsten widerfährt mir dies, wenn ich zu frühzeitig morgens erwachend noch einmal einzuschlafen versuche. Im vollen wachen Leben wird dieses Anströmen ungeregelter Vorstellungen von der Besinnung gewöhnlich so überstrahlt, daß es nicht zum Bewußtsein gelangen kann. Anders ist es, wenn uns normale oder abnorme Schläfrigkeit beschleicht, wo sogleich in der anbrechenden Dämmerung der Seele die Traumgestalten auftauchen, mit denen das Wachen einen Kampf siegend unterhält, oder besiegt dem Schlafe verfällt. Auffallend wird uns dieser Zustand zur

Wahrnehmung kommen, wenn wir nach schlaflosen oder absichtlich durchwachten Nächten uns den Geschäften des wachen Tages widmen müssen. Es tauchen dann Fragmente der verschiedensten Traumbilder und allerlei Traumgehörtes auf, häufig auch Reminiscenzen aus gehabten Träumen. Die Seele ist gleichsam der Traumwelt noch zugekehrt, die ihr wie ein Dunkles gegenübersteht, von dem sie sich zum vollen lichten Wachen abzuwenden bestrebt ist. Aehnliches und in viel höherem Grade widerfährt Personen, die an chronischer Schlaflosigkeit leiden. Die Umflorung des Bewußtseins mit Traumbildern dauert dann mit geringen Unterbrechungen anhaltend fort, und ersetzt gewissermaßen den wirklichen Schlaf, da sonst bei vollem Wachen der Organismus gewiß viel früher erschöpft würde.

Die Classe der vollkommenen Träume ist nun dasjenige Gebiet, welches dem psychologischen Traumforscher die reichste Ausbeute gewährt. Sie bietet ihm eine ganze subjective Welt dar, in der ihm sein eignes und das Leben anderer in treuer Reflexion sich wieder spiegelt. Es finden sich aber zwei Hauptmotoren der Traumphänomene, einerseits die Objectenwelt, mit ihren Eindrücken und nachhaltenden Einwirkungen, davon die Träume die abklingenden und abdämmernden Nachwirkungen sind, andererseits die gesammte angeborne und erworbene Subjectivität, das Gemüth mit seinen Temperamenten, Stimmungen, Affecten, Leidenschaften und der ganze innere Organismus der Willensthätigkeiten, die Instincte, Trieb- und Willensanlagen sowohl als der bereits erlebten, vielfach geübten und zur Wiederholung schlagfertigen Willensgewohnheiten und Willensentschlüsse. Es liegt in der Natur der Sache, daß die objectiven Mächte, die eigentlich dem wachen Leben angehören, und für dieses den wesentlichen Charakter abgeben, im Träumen weniger und seltener thätig sind. Der Schlaf hat schon für sich die Bestimmung, sie durch die Obnubilation der Sinne von dem subjectiven Gebiet abzuhalten. Es ist aber auch die Bestimmung des Schlafes, sich gegen die subjectiven Mächte zur Wehr zu setzen, um den stillen Frieden zu erhalten, der zur Restauration des leiblichen und psychischen Organismus erforderlich ist. So weit dieses dem Schlaf gelingt, hält er in gleichem Grade die äußere sowohl als die innere Einwirkung ab. Läßt er in seiner Strenge gegen die objectiven Mächte nach, oder wenn die Einwirkung dieser gesteigert ist, so erfolgen Erwachungsträume und endlich volles Erwachen, weicht die Kraft des Schlafes den subjectiven Mächten, erfolgt in verschiedenen Graden die Vertiefung in das Schlafwachen, in welcher das subjective Princip das alleinherrschende wird. Dieses Schlafwachen auf niederem Grade ist das normale Traumleben, auf höherem Grade giebt es die verschiedenen Zustände des Somnambulismus und magnetischen Wachens, endlich kann es in die krankhaften Affectionen des Deliriums und Wahnsinns übergehen. Wir betrachten zuerst den normalen Traum. Für diesen ist maaßgebend die Art der Subjectivität, die ihn selbstthätig erschafft. Er wird also nach Verschiedenheit der Lebensalter, der Geschlechter, der Temperamente, der Gemüthszustände, der leiblichen und psychischen Constitutionen, ferner nach Race, Nationalität, Familieneigenheit, nach Stand, Beschäftigungsart, Grad der moralischen und geistigen Cultur, dem religiösen Cultus, verschiedenen Charakter an sich tragen. Neben allen diesen subjectiven Bedingungen muß unter allen Verhältnissen der pathische Zustand des Leibes, das Körpergefühl, als ein Hauptmoment der Traumbildung betrachtet werden. Schmerz- und Lustgefühle im ganzen Körper und in einzelnen Organen und Nervengebieten erzeugen entsprechende Träume, die für den Arzt als Symbolik innerer or-

ganischer Zustände semiologische Wichtigkeit haben. — Im kindlichen Alter, wo der Vorrath sinnlicher und geistiger Erfahrungen noch sehr gering ist, werden die Körpergefühle vorwaltend die Traumbildung bestimmen. Das Lächeln im Traume, das Aufschrecken aus dem Schlafe, finden sich am häufigsten in diesem Lebensalter. Im Knabenalter, wo die Entwickelung und Uebung der Sinne und Bewegungsorgane den größten Theil der Lebensäußerungen ausmacht, beschäftigt sich auch der Traum meist mit Wiederholung der Spiele des Tages. Die Lebhaftigkeit dieses Alters bringt es auch mit sich, daß hier am häufigsten Reden und Bewegungen im Schlafe vorkommen, wenn sie auch nicht in Gespräche und consequente Handlungen übergehen. Es mischen sich wohl auch traurige Scenen bei, Verlegenheiten in der Schule und allerlei kleines Unglück, woran dieses Lebensalter so reich ist, mit den entsprechenden Gemüthsbewegungen. Besonders alle Arten von Alptraum finden sich in den Träumen von Knaben und Mädchen ein. Die Zeit der Geschlechtsentwickelung ist schon im wachen Leben halbträumerisch, um so reicher an Träumen im Schlafe. Hier erscheinen zuerst die Liebesträume, die Träume von Kämpfen der Eifersucht, des beleidigten Stolzes, die Träume der Ehr- und Ruhm-Begierde, die Reisen in Träumen, Träume von erhöhtem Machtgefühl, von Sieg und Untergang in Gefahren. Was der Jüngling im Wachen für die Zukunft schwärmt, davon bringt ihm der neckende Traum die Erfüllung. Besonders sind es die nun sich entwickelnden socialen Verhältnisse mit ihren Affecten und Leidenschaften, welche dem Träumer den reichsten Stoff bieten. In dieser Periode gehört, bei übermäßiger Nervenerregung und Nervenspannung, die Entwickelung somnambuler Zustände aller Grade, so auch die Katalepsie, besonders beim weiblichen Geschlecht. Enthusiastische Zustände des Jünglings streifen nahe an Monomanien, jedoch haben sie keinen dauernden Zustand. Bei den meisten Jünglingen jedoch hält die körperliche Anstrengung bei technischen Arbeiten, die Beschäftigung mit geistigen Arbeiten zum Behuf der Qualificirung für den künftigen Lebensberuf das Gleichgewicht der übermäßigen Aeußerung der Traumthätigkeit und gewährt ihnen einen tiefen erinnerungslosen Schlaf. Im mittleren Alter, wo das äußere Leben seine bestimmte Form erreicht hat, gewinnt auch die Traumwelt nach Verschiedenheit des Standes und der Beschäftigung einen constantern Charakter. Aenderungen und Störungen bringen nur die unvermeidlichen Wechselstände des Glückes, denen das menschliche Dasein ausgesetzt ist, die Bewegungen, welche Leidenschaft, Sünde, Uebertreibungen mit sich führen. Bei ruhigem Verlauf des Lebens versetzt uns der Traum gern in das Knaben- und Jünglingsalter, indem er die gewohnten alltäglichen Vorfälle zu ignoriren scheint, oder wenn sie vorkommen, mit ihren matten Farben schnell der Vergessenheit übergiebt. Noch mehr gilt ähnliche Erscheinung von dem höhern und höchsten Alter, indem die Eindrücke der Gegenwart nicht mehr solches Reproductionsvermögen haben, wie die Reminiscenzen aus frühern Lebensaltern.

In Rücksicht der Geschlechter weiß Jeder aus eigner oder fremder Erfahrung, daß die Träume ebenso wie der ganze Organismus des Individuums die Instincte, Anlagen und Beschäftigungen des wachen Lebens einerseits den männlichen, andrerseits den weiblichen Charakter nicht verleugnen können. Das sanftere, die eigne Schwäche und Abhängigkeit fühlende Geschlecht kann auch nur dem entsprechende Traumbilder schaffen. Bei ihm werden die Erscheinungen leichter Freude und leichten Schmerzes, innige Liebe und Hingebung, Beschäftigung mit Kindern, häusliche Arbeiten in den Vordergrund

treten. Jedoch kann das völlige Eingelebtsein in des Ehemanns Verhältnisse die Traumwelt der Gattin in seine Sphäre führen, besonders im spätern Lebensalter, wo die gewöhnlichen weiblichen Beschäftigungen und Interessen mehr in den Hintergrund treten, und die Träume erhalten dann einen mehr männlichen Charakter. Beim Manne bewegt sich der Traum theils in den gewöhnlichen Verhältnissen und Geschäften seines Standes und Berufes, wobei alle theoretischen und praktischen Vermögen der Seele ins Spiel kommen, theils in der Sphäre des Geschlechtlichen, mit allen Freuden und Leiden, Sorgen und Hoffnungen, welche damit verbunden sind, wozu denn auch alle Familienangelegenheiten und Schicksale der Familie gehören, deren natürlicher Beschützer der Mann ist. Ferner wendet sich das Interesse des Mannes nach den allgemeinen National- und Staatsangelegenheiten, sofern die politische Cultur seiner Zeit und seines Volkes in ihm die Disposition dazu zu erzeugen vermag.

Es wäre überflüssig, nach Maaßgabe der bisher gang und gäben Begriffe der Temperamente hier Fictionen über die jedem derselben entsprechenden Traumbildungen zu machen. Wichtiger wäre es, auf empirischem Wege, durch Erzählungen einzelner Individuen über die unter verschiedenen Lebensverhältnissen gehabten Träume ein möglichst reichhaltiges Material zusammen zu bringen, woraus dann von selbst mit Berücksichtigung der Individualitäten sich Erfahrungen über die Bedingungen der Traumbildung, sofern sie vom Temperament, dem Naturell und der Constitution, der Gemüthsbeschaffenheit und Gemüthsstimmung abhängen, herausstellen würden. Es könnten sich dann gerade manche den Erwartungen und Voraussetzungen entgegengesetzte Erscheinungen darbieten, indem es der Natur der Seele angemessen zu sein scheint, gewisse, durch Anlage und herrschende Zustände herbeigeführte Verstimmungen durch Traumoperationen wieder auszugleichen.

In Hinsicht der Racen, der nationalen Anlagen, der geographischen Umgebungen ließe sich gleichfalls über die den zu ihnen gehörigen Individuen eigenthümlichen Träume Wahrscheinliches aussagen, doch könnten nur in diesem Sinne gesammelte Erfahrungen den leeren Allgemeinheiten einen belebenden Inhalt geben.

Wie jedem Stande, jeder Beschäftigungsart, jedem Grade der Cultur eine eigenthümliche Organisation der Anschauungen, der Begriffe, der Kunstfertigkeiten der Gemüthsvermögen und Willensanlagen zugeeignet ist, so werden auch dem entsprechend die Träume ihren eigenthümlichen Charakter behaupten. Jedoch wird dies nach Verschiedenheit der ursprünglichen Geisteskraft sehr verschieden sein. Je beschränkter die Geister, desto mehr werden ihre Träume nur Wiederholungen der gewöhnlichen Lebensverhältnisse darstellen, je freier und reicher, desto mehr werden sie sich auch im Traume in ganz andere Sphären ergehen, und oft wird das Individuum des Traumes ein ganz anderes sein, als das Individuum des wachen Lebens. Wenn es irgend Jemandem gegeben wäre, durch eine objective psychische Intuition (oder durch gesammelte reiche Erfahrungen) eine Einsicht in eine größere Masse von Individualitäten zu gewinnen, und die Zustände des wachen und des Traumlebens zu vergleichen, der würde oft die größten Widersprüche beider Welten neben einander gehen sehen, und mancher äußere Glanz und Schein würde vor seinen Blicken verschwinden, so wie er manch verborgenes Genie in unbekannter Dunkelheit leuchtend erblicken würde.

Wir haben hier die Träume zunächst als Reflex des wachen Lebens betrachtet. Diese Auffassung darf jedoch nicht als ausschließlich maaßgebend

genommen werden. Wenn auch der Traum sein sinnliches Material nicht anders woher, als aus dem wachen Leben nehmen kann, so leidet doch dadurch die Freiheit des innern Subjects mit allen seinen geistigen Anlagen keine wesentliche Beschränkung. Die Formgebungen des Traumes sind z. B. dem poetischen und jedwedem andern Kunsttalente freigegeben, ebenso wie dies im wachen Zustande der Fall ist. Wie einem Tartini die originelle Teufelssonate im Traume gelingen konnte, so mögen manchem Maler die originellsten Physiognomieen, Gruppirungen menschlicher und Thiergestalten, Landschaften u. a. im Traume zugekommen sein. Benvenuto Cellini, dem im Kerker in der Engelsburg die schönsten Visionen geworden sind, mag hier als Beispiel dienen. Manchen Dichter hat die Muse im Traume besucht und ihm die großartigsten poetischen Fictionen eingegeben. Auch von wissenschaftlich Strebenden und Meistern sind der Beispiele genug, welche beweisen, daß auch die intellectuelle Anschauung im Traume kräftig wirksam sein könne. Gewiß wird manches angeborne Talent, dem die äußern Glücksumstände die Entwickelung versagten, nach den Mühen des Tages in der Stille der Nachtruhe von Träumen beglückt sein, die ihm gestatten, seines eigentlichsten Wesens wieder froh zu werden, und oft mag die Seele um desto thätiger an ihrer Entwickelung im Schlafe und im Traume arbeiten, je weniger günstig ihr die äußern Verhältnisse waren. Aber auch im Allgemeinen hat es seine Gültigkeit, daß die Seele im Traume und auch im tiefsten Schlafe für ihr eignes Heil und Perfection thätig ist. Auf unbewußte organische Weise erfolgt materielle Reproduction und Verjüngung der Nervensubstanz. Mit den im Gedächtnißorgan im gebundenen Zustande aufbewahrten sensitiven Eindrücken und andern Sollicitationen des Sensoriums und Motoriums mögen auch vielfältige uns unbekannte Umwandlungen vor sich gehen, die man mit den materiellen Processen der Assimilation bei der Ernährung vergleichen könnte. Wir finden oft Morgens beim Erwachen Manches frisch im Gedächtniß und leicht zur Erinnerung zu bringen, was am Abend nur matte Spuren zeigte, und dem Erinnern kaum zu Gebote stand. Die Associationen sind gekräftigt und gewähren dem Urtheil, dem Scharfsinn, dem Witze leichte Bewegung innerhalb des Vorrathes der Vorstellungen.

Ob alles dieses durch unbewußte Traumreproductionen im tiefsten Schlafe zu Stande komme, welcher Mittel sich die Seele zu diesen Heilzwecken bediene? dies dürften wir schon aus der Natur der gewöhnlichen gesunden Träume kennen lernen. Besonders würden die productiven Träume diese Functionen vermitteln. Es sind leichte Spiele der Imagination, die mit den Tagsbegebenheiten keinen Zusammenhang haben. Die Seele will die Spannungen des wachen Lebens nicht fortsetzen, sondern sie auflösen, sich von ihnen erholen. Sie erzeugt zuvörderst denen des Wachens entgegengesetzte Zustände, sie heilt Traurigkeit durch Freude, Sorgen durch Hoffnungen und heitere zerstreuende Bilder, Haß durch Liebe und Freundlichkeit, Furcht durch Muth und Zuversicht; den Zweifel beschwichtigt sie durch Ueberzeugung und festen Glauben, vergebliche Erwartung durch Erfüllung. Viele wunde Stellen des Gemüthes, die der Tag immerwährend offen erhalten würde, heilt der Schlaf, indem er sie zudeckt und vor neuer Aufregung bewahrt. Darauf beruht zum Theil die schmerzenheilende Wirkung der Zeit. Als mir eine Wittwe unter Thränen klagte, daß ihr der ohnlängst verstorbene Mann durchaus nicht im Traume erscheine, tröstete ich sie damit, daß dies eine Fügung Gottes sein könnte, um ihr Gemüth, wenigstens während dem Schlafe, vor Erneuerung des Schmerzes zu bewahren. Aehnliche Fälle mögen sehr

häufig vorkommen. Die Verstorbenen erscheinen uns im Traume erst dann, wenn wir im wachen Leben ruhiger geworden sind, und ihre Erscheinung unsere Schmerzen nicht mehr von neuem aufzurühren vermag. Sollten die Jugendträume im hohen Alter nicht auch wie erfrischende Lüfte wirken, die im Stande seien, das matte Leben wieder zu laben? So finden wir den dürstenden Araber in der Wüste träumend von frischen Quellen; dem Hungernden im Kerker bieten sich köstliche Mahlzeiten zum Genusse dar. Die sehnsüchtige Liebe findet im Traume ihre Erfüllung. Die Seele befolgt bei solchen Verrichtungen instinctmäßig die consequenteste Therapie, wie sie kaum von dem erfahrensten Seelenarzt erfunden werden könnte, und bringt sie dieses auf eine schnelle, sichere und sanfte Weise zur Ausführung. Ich bin überzeugt, daß, wenn die Aerzte sich um den Schlaf und Traum ihrer Pfleglinge mehr kümmern, und mit diesen innigen Bund schließen wollten, sie in vieler Hinsicht prosperiren würden, ohne gerade zu magnetischen Sitzungen Zuflucht nehmen zu müssen.

Hier mag denn auch des pragmatischen Einflusses des Traumes auf die Begebenheiten des wachen Lebens eine Erwähnung geschehen. Wenn auch der Traum auf die Geschäfte, Gedanken und Thaten des Wachens nicht in dem Grade einwirken mag, wie es umgekehrt der Fall ist, so müssen wir ihm doch in vielen Fällen eine solche Einwirkung zugestehen. Sind ja hochwichtige historische Begebenheiten durch Traumvisionen herbeigeführt worden. Wer kennt nicht die Heldenthaten der Johanna d'Arc, deren Begeisterung sich dem ganzen französischen Heere mittheilte und Land und König rettete? Auch Mohamed ward durch innere Gesichte bewegt und theilte diese Bewegung seinem Volke, und durch dieses der halben Welt mit. Im heidnischen Alterthum gab die Kunst der Traumdeutung, die Visionen der Pythia nicht selten den Ausschlag bei den wichtigsten Unternehmungen. Mit der Erscheinung des Christenthums und besonders im Mittelalter sehen wir das ganze damalige Geschlecht von Europa Jahrhunderte lang wie im halben Traume sich von Visionen zu Visionen bewegen, welche in der Bestimmung der damaligen Begebenheiten und Thaten oft mehr Wichtigkeit haben, als die Wirklichkeit selbst. Die Phantasie eines Swedenborg, eines Jakob Böhme bringen Tausende in gleiche Bewegung und bestimmen ihren Glauben, ihre Ueberzeugungen, ihre Handlungen. Wir brauchen uns nicht nach so auffallenden Beispielen umzusehen, die gemeinste Erfahrung bietet uns genug Beweise der Einwirkung der Traumwelt auf das wirkliche Leben. Auch heut zu Tage spielt das Traumbüchlein in gewissen Schichten der Gesellschaft eine große Rolle und ist nicht ohne Einfluß auf das Thun und Lassen der daran Glaubenden. Das leidige Lotteriespiel unterhält immerfort eine eigene Traumwelt, die hinwiederum zur schwunghaften Unterhaltung des Lotteriespiels ihren Beitrag giebt. Wie viele Träume und Ahnungen sollen künftige Ereignisse ankündigen und wirken dadurch bestimmend oder wenigstens störend in's Leben ein. Es würde dieses Alles noch viel störender einwirken, wenn die wohlthätige Natur nicht einen strengen Wächter an die Gränzen des Traumgebiets hingestellt hätte, der den größten Theil dieser Nachtgespenster von dem Eintritt an das Licht des Tages zurückhält und in die Tiefen des Unbewußtseins zurückstürzt. Es ist die Hinneigung zum schnellen Vergessen, von welchen alle Traumbilder mehr oder weniger afficirt sind, und wodurch bald nach dem Erwachen durch die sich vordrängenden Tagesvorstellungen alle Gebilde des Traumes für immer verscheucht werden.

Die Vergeßlichkeit der gehabten Träume verdient hier eine nähere Be-

sprechung. Jedem wird aus eigener täglicher Erfahrung bekannt sein, wie schnell man die eben gehabten, wenn auch noch so lebhaften Träume zu vergessen pflegt. Man hat sich eben vorgenommen, einen merkwürdigen Traum seinen nächsten Befreundeten beim Frühstück zu erzählen und schon ist er auch verschwunden, oder wir können nur mit Mühe Bruchstücke davon in's Gedächtniß zurückrufen. Oder was man von Träumen den vorigen Tag noch ausführlich erzählt hatte, wäre schon jetzt ganz für uns verloren, wenn das Gedächtniß der Zuhörer dem unsrigen nicht zu Hülfe käme. In den meisten Fällen verschwinden beim Erwachen die Traumbilder so vollständig, daß wir eben nur das Gefühl oder die dunkle Vorstellung zurückbehalten, lebhaft geträumt zu haben. Dieses erfahren wir besonders, so oft wir aus tiefem, scheinbar traumlosem Schlafe geweckt worden sind. Gewöhnlich sind uns nur noch die jüngsten Traumbilder erinnerlich, frühere, entferntere kündigen sich nur als eine Erinnerungsahnung an, und wenn wir noch weiter zurückdringen, verliert sich alles in dunklen, tiefen Schlaf, in den keine Waffen unsers wachen Bewußtseins einzudringen vermögen. Um diese Vergeßlichkeit zu erklären, könnte man annehmen, daß die Eindrücke der Traumvorstellungen nicht intensiv genug waren, um auf die Thätigkeit der Erinnerung, wenn sie auch im Gedächtnisse bewahrt werden, erregend einzuwirken. Dem widerspricht aber der Umstand, das wir uns bewußt sind, sehr lebhaft geträumt zu haben. Der Mangel an Reizkraft läge also nicht in den Traumbildern. Vielleicht liegt es, wenn es überhaupt erlaubt ist, relativ gesonderte Kräfte und Vermögen im Seelenorganismus anzunehmen, an der Erinnerungskraft, welche selbst schlafend, die Eindrücke der Traumbilder nicht empfing. Doch auch das wäre nicht der Fall. Die Erinnerung des Traumes schwebte beim Erwachen noch deutlich vor dem Sinne. Es scheint aber während des Schlafes eine negative Gewalt im Gedächtnisse zu walten, welche die auf dasselbe gemachten Eindrücke sogleich wieder vernichtet, um fortwährend tabula rasa zu machen. Die Forderung eines solchen Factors läge schon in der Teleologie des Schlafes, der ja eine vollkommene Cessation der wachen Actionen sein soll, eine Isolirung gegen den vergangenen und nächstkünftigen Vorstellungslauf. Wir sollen nichts mitnehmen aus dem wachen Leben in unsern Schlaf und aus diesem nichts mitbringen in's Wachen des Tages. Jene Lebhaftigkeit der Traumbilder war nur eine augenblickliche affectuelle, sowie etwa in der Hitze der Affecte lebhafte, leicht vergeßliche Bilder in uns auftauchen. Das Gedächtniß und die Erinnerung als moralische, durch unsern Willen bestimmbare Kräfte wollen damit nichts zu thun haben. In der Regel fassen wir mit Willen nur das in's Gedächtniß, was in die Consequenz des Lebens gehört, das Meiste von dem Uebrigen lassen wir zur Seite fallen, und so auch die Bilderspiele des Traums. Es geht uns auch mit andern zwecklosen Dingen so im vollen Wachen, z. B. mit den verschiedenen Gesellschaftsspielen, der Unterhaltungslectüre, dem Theater, der Musik ꝛc., es möchte denn sein, daß Jemand mit Ernst seine Reflexion darauf wenden wollte. Der active Factor des Gedächtnisses, der nicht blos dem Eindruck passiv sich hingiebt, sondern diesen erfaßt und festhält und an einen unbestimmten künftigen Moment anknüpft, um ihn der Erinnerung zugänglich zu machen, scheint im Traume zu feiern, vielmehr einer negativen Thätigkeit Platz zu machen, welche jeden Eindruck zu verlöschen bestrebt ist. Man könnte die Vergeßlichkeit des Traumes auch so erklären. Die Seele befindet sich im Schlafe in einem Zustande der Vertiefung, welcher dem des objectiven materiellen Bildens ähnlich ist, nahe dem Stand des Naturprincips des vegetativen Lebens zurückgetreten, wo

ihr Thun, wenn nicht alsolut bewußtlos, doch mit tiefer Dunkelheit noch bedeckt erscheint. Es ist ein Zustand, demjenigen gleich, den wir bei der Aufdämmerung unsers Lebens aus der ersten, blos vegetirenden Kindheit gegen die reiferen Jahre erfahren haben. Alle Seelenthätigkeiten streben hier vorwärts, die Rückwärtsrichtung der Erinnerung ist immer schwächer, je frühere Momente der Kindheit wir in's Auge fassen, wo dann die erste Zeit dem tiefen, traumlosen Schlafe zu vergleichen wäre. — Indem nun die Seele aus dem Abgrunde des tiefen Schlafes an die Gränzen des Bewußtseins heraufsteigt, behält die erwachende Anschauung noch zum Theil den Charakter jener Vertiefung. Die objectivirende Thätigkeit des Traumes, in welche die Seele größtentheils aufgeht, verbraucht von der Summe ihrer idealen Kraft auch dasjenige, was zur Reflexion über die Anschauung und zur Fixirung im Gedächtnisse nöthig gewesen wäre. Im Wachen ist das anders. Da übernimmt großentheils die Außenwelt oder, transscendental gefaßt, die objective Anschauung die Production der sinnlichen Objecte; der Sinn verhält sich mehr passiv dabei und es bleibt somit noch Seelenkraft übrig zur Reflexion über das den Objecten und uns Angehörige, zur memorativen Wiederholung und Fixirung der sinnlichen Anschauung, zur Betrachtung und zum Nachdenken darüber, zur Verknüpfung mit andern Vorstellungen u. a. Wenn sich unsere Traumbilder ebenso oft wiederholten und so fixirt wären, wie die Gegenstände der wachen Anschauung, würden wir uns ebenso zu Rechte finden, die Reflexion würde ebenso kräftig unter ihnen walten, und die Erinnerung ebenso lebhaft sein. Wir sehen das ja schon bei wahnsinnigen Zuständen von fixerer Form und längerer Dauer, wo in den hellen Zwischenräumen und nach erfolgter Genesung die vollkommene Erinnerung zurückbleibt.

Jene Traumvergeßlichkeit trifft aus gleichem Grunde der bemessenen Kraft auch andere traumähnliche intuitive Thätigkeiten der Seele, wo sie, der Stütze der Außenwelt entbehrend, nur in und durch sich producirend ist, wie bei der Dichtung, bei jeder Art von Enthusiasmus oder ekstatischen Zuständen, bei affectuellen und leidenschaftlichen Bewegungen, den animalisch-magnetischen Visionen, in den meisten Formen des Deliriums, des Wahnsinns. In den letztern kommen denn auch oft so organisch fixirte Anschauungen, Visionen, Hallucinationen, fixe Ideen vor, daß sie dem übrigen Seelenvermögen erlauben, als Subject mit einer gewissen Kraft von Reflexion und Besinnung ihren Objectivität-Stand zu halten, wo sich dann neben dem wachen intellectuellen Leben jene fixen Anschauungen als Monomanieen im Gedächtniß behaupten.

Die griechischen Mythologen ließen zwischen dem Erdenleben und dem Elysium, Lethe, den Fluß der Vergessenheit strömen, woraus die Seelen tranken, sie mochten ins Elysium einziehen, oder aus demselben zu neuen Metamorphosen ins Erdenleben wieder heraustreten. Auch den Pallast des Schlafes umgiebt der Dichter mit dem Flusse der Vergessenheit. Nicht so die neuern Unsterblichkeitslehren, welche an dem überlebenden Gedächtniß der Persönlichkeit festhalten. In der christlichen Lehre ist der auferstandene und in allen Zeiten mit der Kirche verkehrende Christus das Princip der Identität des persönlichen Bewußtseins für die Gläubigen, in alle Ewigkeit. So scheint denn die Fiction des Lethe für die neuere Zeit vollkommen vernichtet und die Gränze zwischen der diesseitigen und jenseitigen Welt aufgehoben. Nicht so ist es zwischen der Traumwelt und dem wachen Leben, wo die Vergessenheit als Gränzfluß noch immer fortbesteht. —

Diese alt-mythologische Symbolik mag uns hier zu einer andern ganz

modernen Mythe leiten: zur Betrachtung des animalischen Magnetismus. Der größte Theil der Erscheinungen desselben läßt sich auf verschiedene Formen des Traumes, deren wir oben gedacht haben, zurückführen. Jedoch kommen auch manche Phänomene darin vor, die, wenn es gelänge, sie vollkommen objectiv zu constatiren, ein neues, von den vorhandenen unterschiedenes, ihnen zum Theil widersprechendes Reich von Naturgesetzen offenbaren würden. Dem strengen Naturforscher genügt nun die bisherige Art der Offenbarung nicht, er kann sie nicht in seine Gewalt bringen, nicht handhaben, wie das physikalische oder physiologische Experiment.

Die meisten dieser strengen Männer verwerfen also die ganze Sache, und zeihen der Lüge, der Leichtgläubigkeit, des Selbstbetrugs die ganze Sippschaft der Magnetisirten und Magnetiseurs, der Neurogynen und Neurandern, und das um so unnachsichtiger, je empirischer sie sind, je weniger sie vermögen sich in metaphysischer Gedankenweise zu bewegen. Dafür ist wieder eine andere, nicht weniger zahlreiche Parthei vorhanden, die mit einem beinahe religiösen Glauben alles für wahr hält, was irgendwann und irgendwo, aus den mystischen Höhlen des animalen Magnetismus, es mochte Traum oder Vision oder Lüge sein, geoffenbart worden. Diese Parthei, mit Hülfe einiger gebildeten hyperphysischen Phantasten, hat nun alle die verschiedenartigsten wahren oder falschen Phänomene des animalischen Magnetismus in ein ziemlich consequentes System gebracht, was ich denn oben eine moderne Mythe zu nennen mir erlaubte.

In den Erscheinungen des animalischen Magnetismus wird uns ein eigenes, dem des gewöhnlichen Schlafes und Traumes mehr oder weniger entsprechendes Gebiet dargeboten. Nur weiß man nicht, ob man es den pathologischen oder den hyperphysischen Zuständen beizählen soll. Den animalischen Magnetismus unter die physiologischen Erscheinungen aufzunehmen, verbietet uns für jetzt der Umstand, daß es noch nicht gelungen ist seiner Bedingungen Herr zu werden, und ihn nach bestimmter Methode bei allen gesunden Individuen als Experiment zu Stande zu bringen, wie dies z. B. für andere Lebenszustände bei den Anwendungen des Schwefeläthers, Chloroforms, der Narcotica, der Gifte und Contagien der Fall ist. Für jetzt scheint es, daß die Disposition für animalischen Magnetismus eine pathologische ist, und sich nur auf einzelne Individuen, besonders des weiblichen Geschlechts beschränkt. Es gehört eine eigene Temperatur des Nervensystems dazu, am häufigsten die kataleptische und hysterische Anlage. Sonst ist die Periode der geschlechtlichen Entwickelung, und auch spätere Hemmungen im Geschlechtsleben das am häufigsten Disponirende. Die Anlage bricht entweder spontan in magnetische Zustände aus, oder sie kommt in Erregung durch verschiedene natürliche und künstliche Erregungsmittel. Nach der bisherigen Erfahrung sind diese entweder unorganische oder organische. Zu den organischen rechnet man nach der gewöhnlichsten Vorstellungsweise den über die leibliche Begränzung hinüberreichenden Einfluß des Nervensystems eines nervenkräftigen Individuums, meist männlichen Geschlechts mit der damit verbundenen Einwirkung auf ein anderes meist weibliches mit erhöhter Nervenreceptivität versehenes. Doch kann auch ohne Rücksicht auf Geschlecht, zwischen Kindern und Müttern oder Ammen, zwischen schwächern und stärkeren Individuen überhaupt ein solches Verhältniß stattfinden.

Die Anfänge solcher Einwirkungen könnten schon in den sympathischen und antipathischen Regungen zwischen Individuen gesucht werden und es würde hiezu ein großer Theil der bekannten Beispiele von Idiosynkrasieen,

sie mögen von unorganischen oder organischen Körpern herkommen, mitgezählt werden können, wozu denn auch das Metall- und Wasserfühlen zu nehmen wäre. Auch der ziemlich allgemein geglaubte Einfluß des Mondes auf Somnambule und Wahnsinnige (lunatici) würde zu den unorganischen Erregungsmitteln gehören, nicht weniger der von Morrichini behauptete Einfluß des violetten Lichtstrahls. Die Einwirkung des magnetischen Baquets wäre weniger hierher zu rechnen, da sie vorgängige Manipulationen mit Nerveneinfluß voraussetzt, so wie auch jede Art anderer magnetisirter Körper, die wie Amulete eine mystische Wirkung ausüben. Wir gehen nicht näher in dieses Wundergebiet ein, und beschränken uns auf die organische und geistige Wechselwirkung zwischen menschlichen Individuen. Die Schriftsteller haben hier verschiedene Gattungen und Grade animalisch-magnetischer Zustände unterschieden. Am besonnensten und consequentesten hat Fr. Fischer in seiner Schrift: der Somnambulismus, Basel 1839, diesen Gegenstand behandelt, dem wir zum Theil folgen werden. Die Pforte des animalen Magnetismus ist der magnetische Schlaf. Es kann in vielen Fällen bei diesem allein sein Bewenden haben, und daraus erfolgt die Rückkehr wieder in den normalen Schlaf, Traum, Erwachen. Vielleicht kommt in Krankheiten, besonders als Crise, solcher magnetischer Schlaf weit öfter vor, als zu sagen man wagen möchte. Aus diesem Schlafe erfolgt anderemale ein halbes Erwachen in den magnetischen Traum, endlich volles Erwachen in die magnetische Vision. In der magnetischen Vision steht das Subject entweder mit der uns gemeinsamen sinnlichen Gegenwart in Verbindung, oder es ist aus dieser in andere Regionen entrückt, die jedoch für dasselbe (und auch meist für die gläubige Umgebung) den Charakter der Wirklichkeit an sich tragen. Das Mittel der objectivirten Anschauung sind nicht die gewöhnlichen Sinne, sondern sie wird unmittelbar subjectiv angeschaut, jedoch vollkommen übereinstimmend mit den uns gemeinsamen Objecten, ja sogar maßgebend für zweckmäßige Bewegungen. Nach anderer Auffassungsweise identificirt sich die über die Leibesgrenze strömende Nervenkraft mit den Gegenständen selbst, sie durchdringend und in eigene Sinnorgane verwandelnd.

Schon lange früher, ehe durch Meßmer und Andere der animalische Magnetismus zu einer therapeutischen Kunst sich steigerte, war der gewöhnliche Somnambulismus ein Bild der magnetischen Vision, und er gehört streng in dieses Gebiet, wenn er gleich oft nur nach materiellen Höhen strebt, nicht nach Höhen der geistigen Welt, wie manche Geschichten Magnetisirter erzählen.

Der natürliche Somnambulismus ist in der Regel spontan, kommt bei allen Lebensaltern, Geschlechtern, Temperamenten und Constitutionen vor, doch am häufigsten im Jünglingsalter und beim männlichen Geschlecht, indeß das weibliche mehr zur Catalepsie und magnetischen Visionen geneigt ist. Diese Form ist die am sichersten ermittelte, am wenigsten mit Fabeln und Trug durchwirkte. Sie ist in ihren Erscheinungen auf die nächst umgebende Gegenwart, wie sich diese unseren Sinnen darbietet, und auf die sonst unserer Willkür und Zweckbegriffen unterworfenen Bewegungen beschränkt. Das Wunderbarste dabei ist die Sicherheit dieser Bewegungen in Bezug auf Lage und Entfernung äußerer Gegenstände, obgleich man durch das starre oder geschlossene Auge veranlaßt ist, die äußere Vermittlung des Sehorgans auszuschließen. Die Bewegungen würden also hier einzig durch die lebhafte, mit den Gegenständen vollkommen congruente, subjective Vor-

stellung geregelt. Man versuche nur in einem uns sonst aufs genaueste bekannten Locale, bei geschlossenen Augen oder bei anderer künstlicher Verfinsterung zweckmäßige Bewegungen, in Bezug auf Oertlichkeit und Behandlung der Gegenstände vorzunehmen, und man wird bald sehen, welcher Unsicherheit man verfällt, gegenüber den Bewegungen und Handlungen der Somnambülen. Doch auch im gewöhnlichen wachen Leben finden sich unzählige instinctive angeborne und erworbene Bewegungen und Fertigkeiten, die geeignet sind uns einen Begriff zu geben, wie ein erhöhter Instinct auch im Somnambulismus Ungewöhnliches und Unbegreifliches zu Stande bringen möge. Es könnte noch in Zweifel gezogen werden, ob hier wirklich Gesichtsvorstellungen, wenn auch imaginäre, die Zweckbewegungen vermitteln, ob nicht vor der Seele des Somnambulen alles in vollkommene Finsterniß versenkt ist? ja nicht einmal bloße Tastvorstellungen, wie bei Blinden, brauchten das Vermittelnde zu sein, indem auch ohne diese instinctive Bewegungen den Gegenständen vollkommen congruent erfolgen können, wie wir das z. B. beim Spielen musikalischer Instrumente, bei Kunsttänzern, Equilibristen, Escamoteurs und bei unzähligen mechanischen virtuosen Bewegungen der Gewerbtreibenden wahrnehmen können. Weßhalb uns die so sichern Bewegungen im Somnambulismus, die auf erhöhtem Bewegungsinstinct zu beruhen scheinen, wenigstens um nichts mehr in Erstaunen setzen sollten als jene gewöhnlichen, die wir ebensowenig befriedigend erklären können.

Man unterscheidet mehrere Formen des Schlafwandelns nach Verschiedenheit der Bewegungen, Zwecke und Objecte, nach der größeren Beschränktheit oder Freiheit der somnambulen Handlungen. In größter Beschränktheit äußert sich die Traumhandlung in zweckmäßigen Abänderungen der Körperlage während des Schlafes; weiterhin als Schlafrede, die wohl auch einer Einwirkung von Außen und einer Rückwirkung fähig ist; ferner als Traumhandeln, Traumgeschäft mit Rücksicht auf geträumte Gegenstände, die blos imaginär sind, nicht wie beim eigentlichen Somnambulismus, wo wirkliche Gegenstände vorhanden, die mit den Bewegungen und den etwaigen Vorstellungen des Somnambulen vollkommen coincidiren.

Die Handlungen haben dann entweder den Charakter der Zweckmäßigkeit und bringen ein Werk, eine Arbeit zu Stande, oder sie sind zwecklos, obgleich den Bewegungen entsprechend, wie dies auch beim Veitstanz der Fall ist. Ob der Somnambulismus bei Tage oder bei Nacht erfolge, scheint nicht wesentlich, meistentheils jedoch erfolgt er bei Nacht. Daß keine Erinnerung aus dem Somnambulismus in's wache Leben hinüberreiche, hat er mit jedem andern tieferen Traume gemein. Er unterscheidet sich von diesem hauptsächlich durch seine Objectivität, wodurch andere Personen Zeugen der Traumereignisse werden können. Im Somnambulismus hat sich die Intelligenz ganz in plastische Kraft umgesetzt, jedoch nicht wie in der vegetativen Sphäre des organischen Lebens in materielle Formen und Gestalten, sondern in eine zweckmäßige, oft kunstreiche Bewegungsplastik, wie wir dergleichen im wachen Leben bei dramatischen und gymnastischen Kunstdarstellungen wiederfinden. — Der Somnambulismus, wenn er auch mit der äußeren Wirklichkeit im Verkehr zu stehen scheint, wenn er auch oft den Zustand des Wachens täuschend nachahmt, bleibt dennoch ein Traum und fällt in den gewöhnlichen Schlaf wieder zurück, aus dem erst nachher ein wahres Erwachen erfolgt. Daher die Scheidewand zwischen ihm und dem Wachen durch den Mangel an Erinnerung ebenso streng ist, wie bei

den Träumen im tiefen Schlafe. Ob eine theilweise Restauration der animalen Kräfte wie bei jedem Schlafe, oder eine Erschöpfung, wie im gewöhnlichen Wachen im somnambulen Traume stattfinde, geht aus den bis jetzt gesammelten Beispielen noch nicht mit Klarheit hervor. Im Allgemeinen wird er mit den epileptischen und cataleptischen Zuständen und dem Veitstanz das gemein haben, daß er mit Maßnahme der angewendeten Anstrengung weniger ermüdend ist, indem die Natur dabei die sensitive Thätigkeit gespart hat.

Der animalische Magnetismus zeigt im Vergleich mit dem Somnambulismus manches Gemeinsame, noch Mehreres aber, was ihn davon unterscheidet. Gemeinsam ist beiden der Traumzustand mit seiner Situirung innerhalb des Schlafgebiets, gemeinsam die nähere Beziehung zur Gegenwart, gemeinsam die Abgeschlossenheit gegen das praktische Leben durch den Mangel an Erinnerung. Doch unterscheidet sich der Seelenmagnetismus darin, daß er meist bei weiblichen sensitiveren Individuen vorkommt, durch nervenkräftigere männliche Organismen erregbar, daß das nach der Außenwelt gerichtete Bewegungsleben bis auf die Sprache und das Mienenspiel beinahe ganz unterdrückt ist, daß dafür die subjective Kraft als Vision um so thätiger ist. Für die Auffassung der Außendinge scheint sich ein eigener, unmittelbarer Sinn zu entwickeln, der der gewöhnlichen Sinne nicht mehr bedarf, jedoch von der Art ist, daß mit einzelnen Personen der Umgebung durch besonderen Rapport (etwa nervöse Wechselwirkung), Verständigung statthaben kann. Außer der räumlichen Sinnesform, die auch uns im Gesichts- und Tastsinne geläufig ist, soll sich bei ihnen auch ein eigener Zeitsinn entwickeln, die Möglichkeit eines Vorwärtsblickes in zukünftige Momente organischer und socialer Reihen von Ereignissen. Endlich soll sich bei ihnen eine eigene Psychognose finden, eine unmittelbare Anschauung des subjectiven Gebiets äußerer Personen, und ein von diesen ausgehender Einfluß auf die Bestimmbarkeit der eigenen Subjectivität. Auf diesen Wegen veränderter Sinnesform finden wir die Magnetisirte zuerst in einem eigenthümlichen, von dem gewöhnlichen wenig unterscheidbaren Schlafzustande, der häufig in eigenen, von denen des normalen Schlafs abweichenden Perioden wiederkehrt, ferner in Träumen, die nur durch Mienen, wohl auch durch Reden sich äußern; weiterhin zeigt sich ein dem unsern ähnlicher beschränkter Verkehr mit der umgebenden Gegenwart, doch soll hier schon häufig ein Durchbrechen der normalen Sinnesgrenzen vorkommen. Verschlossene Briefe, auf die Herzgrube gelegt, werden gelesen, herannahende Personen, meist Verwandte, oder sympathisch verbundene werden aus der Ferne, selbst durch Mauern erkannt und ihre Ankunft angekündigt. Eine andere hier vorkommende Anschauungsform soll das Vertiefen des magnetischen Sinnes in den eigenen leiblichen Organismus sein, eine Durchschauung der organischen Systeme der Nerven, Gefäße, der Eingeweide, die nach ihrer gesunden Klarheit oder krankhaften Trübung erkannt werden. Auch auf andere Individuen kann diese organische Durchschauung hinüberreichen, und es wird die Diagnose ihrer krankhaften Zustände gebildet, wo denn freilich größtentheils bei solchen Offenbarungen die diagnostischen Kenntnisse des behandelnden ärztlichen Magnetiseurs maßgebend zu sein pflegen. An solche magnetische Durchschauungen knüpft sich zunächst die magnetische Prognose, die Vorhersagung von Krisen, von glücklichen oder unglücklichen Ausgängen, die Angabe der Behandlungsmethode, die Bestimmung der Arzneimittel, entweder für die eigene

Krankheit, oder für die magnetisch erforschte Krankheit anderer Individuen. In den folgenden Graden breitet sich die Anschauung immer weiter im objectiven Raume und in der Zeit aus, bis sie alle irdischen Grenzen übersteigt, und mit freiester Vision in den Sternen sich ergeht; auf der andern Seite dringt sie gegen die Zukunft und prophezeiht welthistorische Ereignisse. Eine ganz eigenthümliche Anschauungsweise, die man die psychische nennen könnte, eröffnet sich nicht selten durch den magnetischen Rapport zwischen dem Magnetiseur und der Magnetisirten. Ihre Seele identificirt sich mit der Seele des Magnetiseurs, seine Vorstellungen, Sinnesempfindungen und Anschauungen werden die ihrigen, sein Wille bestimmt unmittelbar den ihrigen, sie hat Antheil an seinen Gefühlen und Gemüthsregungen. Es ist, wie wenn sie zugleich in ihrem Leibe und in dem des Magnetiseurs Platz genommen hätte.

Ein ähnlicher meist geringerer Rapport kann auch durch Vermittlung des Magnetiseurs mit andern Personen stattfinden. — Bei den überirdischen Visionen stellt sich in der Regel auch ein Führer ein, entweder aus der Zahl verstorbener befreundeter Personen, oder irgend einer der seligen Geister.

Charakteristisch für alle solche Visionen ist der feste Glaube an ihre Realität sowohl von Seiten der Visionärin, als auch meist der nächsten Umgebung, davon selbst der Magnetiseur nicht ausgeschlossen ist.

Bei diesen magnetischen Visionen findet sich gewöhnlich ein höchst beseligendes Gefühl ein, welches in verklärter Miene sich offenbart, auch wird bemerkt, daß die Sprache häufig eine edlere Form annimmt, statt des gewohnten gemeinen Dialects die höhere Conversationssprache oder gar ein scheinbar vergessenes fremdes Idiom zum Ausdruck der Gedanken gewählt wird. Manchmal geht die Rede in poetische Diction über, oder die Magnetisirte bedient sich mit großer Leichtigkeit des Verses und des Reimes. — Wir haben hiermit in kurzem Umrisse die meisten Wunder des thierischen Magnetismus, so wie sie mündlich und schriftlich sich fortpflanzen, darzustellen gesucht. Wir wollen nicht untersuchen, wie viel davon der Selbsttäuschung, dem Betrug, der Wundergläubigkeit, der nervösen Krankheit, dem Wahnsinn angehört, oder wie viel als reine Naturwahrheit sich daraus ergeben möchte; doch wird dieses Wenige mitgetheilte hinreichend sein, uns darüber zu verständigen, wie unser Zeitalter aus dem in den magnetischen Erzählungen gelieferten Material von Dichtung und Wahrheit sich eine eigene Mythe zu bilden veranlaßt werden konnte, die wohl noch immer in Fortbildung begriffen ist.

Wenn man die bisherigen Anläufe, welche der Begriff des Magnetismus bisher genommen, consequent weiter verfolgen wollte, so würde man dichtend und speculirend beiläufig dort anlangen, wo schon Swedenborg mit festem Glauben seinen Sitz hatte, in die unvermittelte Schauung aller Weltgeister, ihrer Zustände, Vorstellungsarten, Naturumgebungen, auf allen näheren und entfernten Weltkörpern. Es würde nur noch fehlen, eine Willensmacht zu besitzen, die wunderthätig auf die Natur und auf andere endliche Geister bezaubernd einwirkte.

Es liegt in der unendlichen Expansibilität des menschlichen Geistes, daß er über die Grenzen hinausstrebt, die ihm durch seine praktisch-moralische endliche Natur (Erdnatur) vorgeschrieben sind. Zu diesen Grenzen gehören denn auch die Sinne mit ihrer vielfältigen Bedingtheit. Er will sich dieser entledigen und in die Dinge seiner Objectenwelt unmittelbar ein-

dringen, und glaubt, daß es ihm in der magnetischen Vision gelungen ist; er wähnt sogar das Mysterium der subjectiven Individualitäten penetriren, die Geister in ihrer geheimsten Gedankenwerkstätte erspähen zu können. Und auch die materielle Natur soll ins Unbegrenzte hinaus nirgends einen Widerstand setzen der freiesten geistigen Anschauung. Es wäre dies mit andern Worten die realisirte Unsterblichkeit, das überirdische Leben, das wir erst nach dem zeitlichen Tode zu erwarten haben.

Es könnte in der Menschheitsgeschichte eine Zeit kommen, wo dieses hyperphysische Ueberstreben so allgemein würde, daß die magnetischen Visionen aufhörten für abnorme Zustände zu gelten, und unter die alltäglichsten Erscheinungen gezählt würden, wo denn auch der Glaube an das daraus hervorgehende Gedankensystem (Dogma), und die daraus hervorgehende Lebenspraxis die größte Allgemeingültigkeit erlangte, zu einer Art religiösen Cultus sich ausbildete. — Wenn wir auch für unsere Person nur eine sehr geringe Ueberzeugung der Wahrheit der Wunder des animalen Magnetismus hegen, so sind wir doch weit davon entfernt, die Sache selbst, die durch unzählige glaubwürdige Zeugnisse nach ihren Hauptmomenten bestätigt wird, mit vornehmer Kritik als unhaltbar beseitigen zu wollen. Es scheint uns sogar diese Unsicherheit zum wesentlichen Charakter der Erscheinungsweise des animalen Magnetismus, wenigstens für die gegenwärtige Entwickelungsgeschichte der Menschheit, gehören zu sollen. Ueberall, wo wir mit unserm Wissen an die Grenzen unserer irdischen Existenz gelangen, begegnen wir derselben Unbestimmtheit und Unsicherheit, und finden unser menschliches Dasein mit einem mystischen Nebel undurchdringlich umlagert, der nur allmälig in langer Folge der Generationen, in consequenter gemeinsamer Forschung und glücklichen Offenbarungen der höheren Natur und des Genies zu immer hellerer Klarheit gelüftet werden soll. Wir stoßen z. B. an solche Grenzen des Wissens bei Erforschung der Bedingungen der ursprünglichen und fortpflanzlichen Zeugungen, deshalb auch jene nicht mit Unrecht den Namen generatio aequivoca tragen mußte, bei den Verhältnissen der sogenannten unorganischen Grundstoffe zu ihrem organischen Verbande, bei der Vereinigung und Wechselwirkung des Geistes und der Materie, der Seele und des Leibes, bei den Erscheinungen des Wachens und des Schlafes, bei den Offenbarungen der äußern Sinne, bei Erforschung der psychischen Functionen, bei den Mysterien des Geschlechtslebens, beim Erkranken des Leibes und der Seele, beim Tode, bei den Verhältnissen, den Sympathien und Antipathien menschlicher Individuen in engeren und weiteren gesellschaftlichen Verbänden, bei den Begebenheiten der Geschichte, in welchen das höhere Wesen der Menschheit zur Entwickelung kommt u. s. w. Es ist, wie wenn durch eine überirdische Macht dem menschlichen Geiste eine Schranke gesetzt wäre, wodurch er an die Bedingungen des hiesigen Daseins gebunden, innerhalb dieser dasjenige zu vollführen gedrungen ist, was die Natur unseres Weltkörpers (der Erdgeist) von ihm zu fordern hat. Wenn solcher Naturobscurantismus manchen Uebermuth empören mag, so lernen andere Geister daran sich in Demuth vor höherer Macht beugen, und in heiliger Scheu um so eifriger die Freiheitssphäre mit edlen Thaten ausfüllen, die ihnen durch die Gnade gewährt worden.

Es ist schon seit der ältesten Zeit von vielen Beobachtern der menschlichen Natur ausgesprochen worden, daß der Traum und seine verwandten Zustände dem Wahnsinn zu vergleichen seien. Wenn wir in diesen Ver-

gleich tiefer eingehen, so findet sich kaum eine der vielen Wahnsinnsformen, die in den Träumen nicht ihr Gegenbild anträfe. Vorerst die Faselei und halbe Bewußtlosigkeit des Schlummertraums, die Schlaftrunkenheit beim unvollkommenen Erwachen, wäre wohl mit verschiedenen Graden und Formen des Blödsinns zu vergleichen. Wenn sich beim tiefern Einschlummern die Traumvorstellungen mehr ausgeprägt haben, jedoch ohne pragmatischen Zusammenhang in zufälligen Associationen einander verdrängen, und das zuschauende Gemüth zu fröhlicher oder witziger Laune stimmen, so haben wir einen der Narrheit vergleichbaren Traum. Beim noch tiefern Schlummer ordnen sich die Traumbilder vollständiger nach Causalitätsgesetzen, erhalten festern objectiven Bestand, und das zuschauende Subject erhebt sich ihnen gegenüber zu persönlichem Bewußtsein, reagirt auf dieselben und wird zur Mithandlung fortgerissen. Solche Träume sind dem acuten Wahnsinn vergleichbar, und werden immer mehr der Monomanie ähnlich, je entschiedener sich der Traum auf die Seite der Subjectivität neigt. Diese Vergleichungen gelten schon für die gewöhnlichen Träume, in noch höherem Grade für somnambule und animal-magnetische Zustände. Wunderbar, daß sich die Seele von den Anstrengungen des Wachens in dem todesähnlichen Schlafe, und in den wahnsinnigen Verirrungen des Traumes zu neuer Kraft erholen soll, wie wenn sie aus der zeitweiligen Abgelebtheit nur durch relative Desorganisation zu neuem Leben wiedergelangen sollte. Eine Hindeutung auf die Desorganisation beim Tode, von dem wir gleichfalls eine Wiedergeburt zu kräftigerem Leben erwarten.

Es giebt auch schlafähnliche krankhafte Zustände, die hier noch ferner Erwähnung verdienen. Wir nennen die Formen Coma, Carus und Lethargus. Coma ist stets mit fieberhafter Aufregung verbunden. Man unterscheidet coma somnolentum mit vorwaltender Hinneigung zum vollkommenen Schlafe, und coma vigil, zwar mit Schläfrigkeit verbunden, wobei es jedoch nie zum Schlafe kommen kann. Carus ist dagegen ein entschiedenes Vorherrschen des Schlafes, aus dem zwar ein Erwecken möglich, jedoch immer wieder ein Rückfall in denselben erfolgt. Coma gehört somit dem Schlummer, Carus dem Schlafe an. Lethargus ist der tiefste krankhafte Schlaf, der schon an die Apoplexie grenzt, wo bei Erweckungsversuchen, so lange der Zustand dauert, der Schläfer nie zu völliger Besinnung kommt. Von diesen Formen giebt auch der gemeine Schlaf leichte Analogien, es kommt hierbei nur auf die größere oder geringere Intensität der Weckungsmittel an, mit denen im Kampfe die Uebermacht des Schlafes sich behauptet oder besiegt wird. Durch immer wiederholte gelindere Weckungsreize, sie seien äußere oder innere, kann ein künstliches coma vigil herbeigeführt werden, ein coma somnolentum durch nicht ausreichende Erweckungsversuche, bei natürlicher Hinneigung zum tiefen Schlafe z. B. in den vormitternachtlichen Stunden, und der tiefste normale Schlaf giebt das Bild des Lethargus. Die wenigen bis jetzt beobachteten Beispiele von chronischer Schlafsucht (S. Dr. Schneider, die idiopath. chron. Schlafsucht, Hirschb. 1829) erinnern an den Winterschlaf der Thiere.

Endlich führen uns die schlafähnlichen Erscheinungen der Ohnmacht, der Apoplexie, des Scheintodes, in die Region des wirklichen Todes. Schon den Alten galt der Schlaf für das wahrhafteste Bild des Todes. Einer der griechischen Gnomendichter nennt den Schlaf *θάνατος τίς προμελέτησις*,

eine Todesvorübung, anderswo ὕπνος τὰ μικρὰ τοῦ θάνατου μυστήρια — Schlaf, Schlummer, kleinere Todesmysterien. Wir wollen hier versuchen diese Gleichung weiter auszuführen, so vielleicht auf der Spur des Schlafes in des Todes Mysterien tiefer einzudringen.

Wir vergleichen zuerst das Einschlafen mit dem beginnenden Sterben. Das Sterben, wo es allmälig erfolgt, kündigt sich an durch ein Gefühl von Todesmüdigkeit, so wie wir auch eine Schlafmüdigkeit kennen. Es folgen Intervalle von Sterbeschlummer, wechselnd mit zeitweiligem Erwachen zu völliger Besinnung oder Uebergang in graduelle Schlummerzustände, mit oder ohne Träume. Bei allem dem zeigt sich ein Schwinden der Sinne und der Beweglichkeit, wie beim Einschlafen. Der Gesichtssinn wird umnebelt, das Hören wird schwer und schwindet, wenn auch etwas später als andere Sinne, vollständig; die Hautempfindlichkeit verliert sich meist zuerst an den untern Extremitäten; auch an den Armen wird das Gefühl stumpf, daher der Sterbende noch in halber Besinnung und im Bestreben sich zu orientiren die Hände oft gegen einander führt, nach benachbarten Gegenständen tastet und mit diesen zu spielen scheint, bekannt als Flockenlesen, Zupfen am Oberbette u. dergl. Wie sich Geruch und Geschmack verhalten, dafür finde ich keine entschiedenen Erfahrungen. Das Hervortreten subjectiver Sinnesempfindungen der Spectra im Auge, der Geräusche im Gehör, das Herumwandern verschiedener Empfindungen in den Gefühlsnerven, Angst, Beklemmung, Druck, Ekel, Schwüle, Wärme, Kälte, so wie sie bei Anwandlungen von Ohnmachten oft bemerkt werden, alles dieses wird wohl beim herannahenden Sterbeact zu bemerken sein. Nun treten aber auch, so wie beim gewöhnlichen Einschlummern Träume, so hier Delirien ein, entweder stille oder von Reden und ohnmächtigen Bewegungen begleitet. Wenn der Sterbensact sehr langsam vorsichgeht, z. B. bei hydropischen Affectionen, langsamem Erstickungstode in der Schwindsucht, so wechseln solche Zustände mit vollem oder halbem Erwachen, und der Todescandidat vermag uns Kunde zu geben über solche innere Vorgänge. Der ganze Proceß gleicht dann mehr einem vielfach unterbrochenen Schlummer, in dem man, so wie dort dem Einschlafen, hier dem Sterben zusieht.

Endlich tritt mit dem natürlichen Schlafe derjenige Zustand ein, der, wenn auch vielleicht nicht in vollkommene Bewußtlosigkeit, so doch in eine höchste Lockerung oder Zerfallenheit der Seelenelemente übergeht, wo jedes in seiner monadischen Bewußtheit vereinzelt verharrt, indeß die das Wachen bedingende alles einende Thätigkeit zu feiern scheint. Das individuelle Leben hat sich aus seiner Totalität auf engere Grenzen concentrirt, hat die animalen Functionen eingestellt und sich ganz in das Gebiet der Vegetation zurückgezogen, wo noch, auch im tiefsten Schlafe, eine intensive Wirksamkeit stattfindet. — Auch beim Sterben sehen wir in vielen Fällen einen ähnlichen Moment eintreten, indem das Cerebrospinalsystem, sofern es den animalischen Functionen vorsteht (also Groß- und Kleinhirn), sich dem allgemeinen Lebensverbande zuerst entzieht, oder vielleicht nur noch in seiner Beziehung zum Gangliensystem und mit diesem selbst fortlebt, indem Respiration, Herzschlag, Blutumlauf, Bewegung der Därme, selbst im geringsten Grade Secretion und Respiration unterhalten werden. Das mag nun beim gewöhnlichen Sterben sehr kurze Zeit andauern: längere Zeit, selbst Monate lang erhält sich dieses Minimum des vegetativen Lebens in den verschiedenen Formen des lethargischen Schlafs, und normal

bei Winterschläfern, wo es beinahe bis zum Keimleben herabgesunken sein kann. Man könnte von solchen Fällen sagen: das animale Leben ist in das vegetative abgestorben, und ist im Begriff, noch ferner in das physicalisch-chemische abzusterben. — Bei längerem Todeskampfe kann ein solches Zurückfallen des animalen ins vegetative Leben und Wiedererwachen ins normale wiederholt vorkommen. Schwer ist die Grenze anzugeben, wo alle Spur des vegetativen Lebens aufhört und der entschiedene Uebergang ins elementare eingetreten ist. Wahrscheinlich giebt es hier eine Reihe von Zuständen, aus denen noch immer eine Erweckung ins wache animalische Leben möglich ist, wenn auch nur eine künstliche, mit kurz folgendem Zurückfallen. Seltene Beispiele davon kommen bei Wiedererweckungsversuchen Erfrorener, Erstickter vor. Ist einmal das Sinken des Lebens über jene Grenze hinausgekommen, könnte kaum ein Wunder mehr diese Bewegung nach den Tiefen des Todes hin rückgängig machen. Es scheint, daß dieser Scheidepunkt in der Todtenstarre zu sehen sei, von welcher aus der individuelle Organismus endlich ganz den allgemeinen tellurischen Processen verfallen ist.

Doch, wo immer sich die Scheidelinie des individuellen Lebens befinden mag, wir nennen, nach Ueberschreitung derselben, den abgestorbenen Organismus, mit Beziehung auf die noch vorhandene Integrität der äußern Gestalt, eine Leiche, und man könnte diese mit dem Schläfer vergleichen. Der Unterschied beider wird im gemeinen Leben deutlich ausgedrückt, daß dort der Leib entseelt, hier noch beseelt gemeint wird. Dieser nothwendige Dualismus der practischen Lebensansicht setzt eine Selbstständigkeit der Seele voraus, nach welcher sich diese mit ihrem Leibe mehr oder weniger innig verbindet oder die Bande lockern, oder auch sich gänzlich von ihm scheiden kann. Doch wird letzteres gewöhnlich nie ganz vollständig vorgestellt. Man denkt sich den Verstorbenen ruhend im Grabe, das Erwecktwerden am jüngsten Tage erwartend. Daher die Scheu vor jeder Zerstückelung der Leiche. Auf die Bestattung der Leiche wurde daher von jeher bei allen Völkern der Erde große Sorgfalt verwendet. Wo Leichenverbrennung stattfand, sollte dies eine Verklärung des Leibes, gleichsam ein Aufsteigen desselben nach Oben, mit der sich erhebenden Seele bedeuten. Von ähnlichen Vorstellungsweisen schreibt sich der Glaube an die Erscheinungen Verstorbener in der Nähe der Gräber, der Cultus der Mausoleen und Kirchhöfe, der Wunder der Reliquien, her. Auch der Volksaberglaube von den Vampiren gehört in diesen Vorstellungscyclus. Im ähnlichen Sinne hat auch die sentimentale Poesie aller Zeiten den Todten mit dem Schläfer verglichen. Die gewöhnliche Erfahrung läßt uns über den Sterbensact ganz im Dunkeln, wir nehmen nur ein äußeres Zerfallen der organischen Individualform wahr, wie sich indeß die Seelenkräfte verhalten, bleibt uns verborgen. Die Analogie des gemeinen Denkens folgert aus dem sichtbaren Zerfallen alles Individuallebens auch das Absterben der Seele. In diesem Sinne lauten die Aeußerungen über die Todten nicht blos bei Libertins, sondern auch bei frommen und gläubigen Menschen, von der völligen Gefühls- und Bewußtlosigkeit, von der ewigen Ruhe nach dem Tode, bei der an keinen Fortschritt des Lebens mehr zu denken ist, was dann mit der Klarheit der himmlischen Anschauung und andern solchen religiösen Vorstellungen im Widerspruche steht. Es ist unleugbar, daß uns die Natur durch die Erscheinungen des Todes in unserm Glauben, Denken und Erfahren in den größten Zwiespalt versetzt,

und daß, wenn irgendwo, hier der historische Ausgangspunkt alles höheren Denkens für die Menschheit zu suchen sei, der Erhebung zum Gedanken der Ewigkeit, im Gegensatze der verschwindenden endlichen Lebensform.

Wir möchten die Aehnlichkeit zwischen Schlaf und Tod in folgender psychologischer Deduction der Vorstellung näher bringen. Wenn wir aus einem gesunden, tiefen, traumlosen Schlafe nach 6 bis 7 Stunden erwacht sind, und auf das indeß verflossene Zeitmaß reflectiren, so finden wir, daß für uns in diesem Schlafe gar keine Zeit verflossen ist, daß sich jene ganze Zeitlänge fast auf einen einzigen Moment reduciren lasse, der, insofern er zwischen andern Zeitmomenten des Wachens eingeschlossen ist, allerdings auch der von uns erkennbaren objectiven Zeit angehört, in seiner Nachbarschaft mit andern bewußtlosen Momenten im tiefen Schlafe unserm Wissen ganz entzogen ist. Ebenso entgeht uns im Zustande des Schlafes alle Anschauung des Raumes, so wie jede Spur des Welt- und Selbstbewußtseins, welches letztere erst beim Erwachen, oft nicht ohne Schwierigkeit, durch Anknüpfung an die Erinnerungen des früheren Tages wiedergefunden wird. Man denke sich diesen Zustand der Bewußtlosigkeit länger andauernd, Tage, Wochen, Monate (wie bei Lethargischen) und so fort in unbestimmte Zeit hinein, und aus diesem ein mögliches Erwachen, so würde bei diesem beiläufig dasselbe erfolgen, was nach einer einzigen Nacht tiefen Schlafes. Die so verschlafene, noch so lange Zeit, hätte nur das Maß eines Augenblickes. Man könnte somit sagen: die Seele zieht sich während jeder, ob langen oder kurzen Schlafepoche, in die Ewigkeit ihres Wesens, in einen zeit- und raumlosen Zustand zurück, und giebt für sich ihre durch Sinnlichkeit bedingte Selbsterscheinung auf, ohne jedoch die Beziehung zum materiellen Dasein völlig abzubrechen, die sie vielmehr in erhöhter Wechselwirkung mit dem Erwachen wieder aufnimmt, indem die sich während des Schlaf's forterhaltende organische Individualität des Leibes alle Bedingungen der innern Beziehung und Erneuerung in ununterbrochener Identität zu bewahren nicht aufgehört hat. Beim Tode bietet sich uns scheinbar nur die eine Seite dieser Vorgänge dar. Die Seele zieht sich in die Ewigkeit ihres Wesens zurück, für sie geht das Bewußtsein, die Anschauung von Raum und Zeit mit ihrem sinnlichen Inhalt verloren. Dagegen, so scheint es, wird die lebendige Beziehung zu der bisherigen organischen Individualität, dem Leibe, vollkommen zerstört, indem diese in Verwesung übergeht, und in die allgemeinen Elemente der Erde zurückfällt. Es kann somit nicht mehr eine neue Anknüpfung des Bewußtseins in demselben Leibe stattfinden, und der Tod, wie er uns sinnlich erscheint, würde, wie es auch die gemeinste Ansicht meint, allem Dasein der Seele, in der Art, wie es uns bekannt ist, ein Ende machen. So voreilig es aber wäre, der schlafenden Seele die Möglichkeit des nächsteintretenden Erwachens abzusprechen, ebenso wäre es voreilig, solches zu thun bei der im Tode entschlafenen Seele. Solche Consequenz geht aus dem natürlichen Vorurtheil hervor, daß man das Dasein der Seele nie anders als mit dem Leibe, und durch diesen vermittelt vorstellt; und wenn man darin noch weiter gehen will, für sie einen Sitz im Gehirne, wo möglich im kleinsten Raume, ja in einem einzigen Punkte, aufsuchen möchte. Doch kann der eigentliche Sitz der Seele nur das ewige, zeit- und raumlose Geisteswesen selbst sein, aus dem sie nur scheinbar in die Schranken der Endlichkeit der weltlichen Relation hervortritt, und in welches Wesen

ihr die Einkehr immer wieder offen steht, oder eigentlich nie unterbrochen werden kann. Um jedoch für die Vorstellung einen näheren Uebergang zum organischen Individuum zu vermitteln, denke man sich, daß das Geisteswesen als Seele, sobald es in die Relation mit der materiellen Welt überhaupt getreten ist, in dieser auch fortwährend beharrt sowohl zum gesammten Universum, als insbesondere zu bestimmten Gebieten desselben; z. B. für uns zu dem unseres Erdkörpers, und daß in dieser sich forterhaltenden Beziehung die Bedingungen der Erneuerung der mit dem Tode zerstörten organischen Individualität, oder der Wiedererschaffung eines neuen Lebens für dieselbe begründet sind. Da die Vorsehung (die Macht, die uns diese irdische Seelenschranke zugewiesen) die Einsicht in solche Verhältnisse unsrer Erfahrung streng entzogen hat, so sind wir theils gedrungen, uns nach überirdischen Offenbarungen umzusehen, theils den Versuch zu machen, durch metaphysische Speculation und Phantasie die Erfahrung leidlich zu ersetzen, wobei uns analoge Erfahrungen in der Natur zu Hülfe kommen mögen. Wer kennt nicht der Alten schönes Symbol der Unsterblichkeit, den aus der Puppe hervorbrechenden Schmetterling? die liebliche Fabel von der Psyche der neugierigen, die, betäubt von avernischen Dünsten Amor, die allerbarmende Naturkraft, vom Tode zur Unsterblichkeit rettet, gehört gleichfalls hierher; es ist nur eine mythische Umschreibung naturphilosophischer Anschauungen. Die neuere Naturwissenschaft bietet uns noch mehrere Symbole dar. Dahin gehört vor Allem die Lehre vom Generationswechsel niederer Thiergeschlechter. Das Ammenthier geht zu Grunde, doch schon enthält es in seinem Innern eine ganze Generation neuer lebendiger Individuen scheinbar höherer Gattung, die alsbald unter freieren Verhältnissen das Leben fortführen. Aber auch jeder andere Generationsproceß im Thiere kann uns als Symbol gelten des sich aus individuellem Tode stets erneuernden unsterblichen Lebens.

Zuerst betrachten wir den Generationsproceß in den Individuen, um davon ein Gleichbild zu erhalten für einen Generationsproceß, der mit dem Tode seinen Anfang nehmen möchte. — Die Seele ist nicht blos das Princip der im Bewußtsein sich bethätigenden geistigen Kräfte, dasselbe Seelenwesen ist auch Princip des vegetativen Lebens im individuellen Organismus und der innerhalb dieser Lebensform vorgehenden generativen Processe. Diese bestehen in fortwährenden Involutionen des gesammten generischen und individuellen, leiblichen und psychischen, Lebenstypus, in dem Elemente der Zeugungsstoffe, in welchen gleichfalls individuelle Formen angestrebt werden; männlich als Samenthierchen, als Keimbläschen weiblich. Durch den generativen Involutionsproceß steigt das typisch bedingte Seelenwesen aus seiner Allgegenwart, im gesammten individuellen Organismus (dieser Welt im Kleinen) in die winzige Begrenztheit des Zeugungselements, nachdem sie die quantitative Materialität bis zum Minimum abgestreift, und in diesem nur noch als beinahe reine Qualität, als ideal-realer Keim ihr Wesen als Entelechie erhält. So bilden sich männliche und weibliche Keime in den entsprechenden Geschlechtsdrüsen. Mit der Befruchtung, der materiell-dynamischen Wechselwirkung der Zeugungsstoffe, tritt für die Individualform dieser letztern ein relatives Absterben ein, woraus jedoch bald neues Leben, höhere organisch-psychische Individualisation hervorgehen soll. Nachdem das Eichen vom männlichen Zeugungsstoffe imprägnirt worden, geht die frühere, scheinbar individuelle, Form des Keimbläschens zu Grunde, es verschwindet, seine Flüssigkeit versiegt

in den Nahrungsstoffen des Dotters. Ebenso findet sich keine Spur mehr von den früher so bewegungslustigen Samenthierchen. Dafür beginnt ein neues Regen und Bewegen in der Keimmembran des Eichens und in der von ihr umschlossenen Dottersubstanz. Es bilden sich regelmäßig, in dichotomischer Progression, Einfurchungen und Abtheilungen der Dottersubstanz, bis sich eine neue, von den ursprünglichen Dotterkörnern wesentlich unterschiedene, Generation kleinster Körner oder Zellen gebildet hat, die nun als Substrat neuer generativer Umbildungen dienen sollen. Dann erscheint an derselben Stelle, wo der Sitz des Keimbläschens war, eine lineare Bildung, die Grundlage des künftigen Rückgrath, als Anfang einer neuen individuellen Organisation, in welcher (am auffallendsten beim Menschen) die Qualitäten beider Elternindividuen, psychisch und leiblich verschmolzen, in der Folge weiterer Lebensentwickelungen in geistiger und materieller Sphäre zur Darstellung gelangen sollen. Wir sehen somit im Generationsproceß aus dem Tode untergeordneter Individualbildungen (Keimbläschen und Saamenthierchen) neues Leben, neuen individuellen höheren Organismus hervorgehen. — So mag mit dem Absterben jedes menschlichen, oder überhaupt thierischen Individuums ein allgemeiner Fort- und Neubildungsproceß im gesammten Leben der Erde (insbesondere im Luftmeere) eintreten, dessen letztes Product eine neue organische Individualbildung ist, ein neuer verklärter Leib der unsterblichen Seele. Wie lange auch diese Neubildung daure, wie lange auch die Seele als bewußtseiendes Princip während dieser Periode in einem bewußtlosen Zustande, ohne Anschauung von Raum und Zeit befangen sein mag, mit der Vollendung des neuen Leibes erfolgt das Erwachen, und die noch so lange Zeit des Todesschlafes wird ebensowenig gerechnet, wie die Stunden des tiefen Schlafes den Momenten des wachen Lebens beigezählt werden. Ich möchte bei solchem Regenerationsproceß nicht an das denken, was sich an der Leiche vor unsern Augen ereignet. Der gemeine Materialismus läßt sich damit abfinden, daß durch die Fäulniß, durch die Humificirung und Lieferung von Nahrungsstoff an Pflanzen und Thiere, der Organismus nicht aufhört eine Art Lebensproceß fortzuführen, und indem man seine materiellen Bestandtheile für unzerstörbar halten muß, die Veränderungen und Umwandlungen in alle Ewigkeit kein Ende nehmen werden. Wie sich dabei die Identität des individuellen Bewußtseins der Seele zurecht finde, kümmert den Materialisten am wenigsten. Diese Art materieller Unsterblichkeit kann hier durchaus nicht gemeint sein, indem uns vielmehr an dem Begriff der Erzeugung einer höheren psychisch-leiblichen Individualität gelegen sein muß.

Wir gingen bei gegenwärtiger Darstellung von der Voraussetzung aus, daß das Geisteswesen bei seinem Individualisationsproceß in seinen Herabsteigungen in die materielle Welt (vergleichbar der generativen Involution im individuellen Organismus) vorerst mit der gesammten Materie sich verbindet, sodann in immer engere Begrenzungen eingeht bis ins materielle Gebiet irgend eines Welttheils (z. B. unseres Sonnensystems, und ferner unsrer Erde), bis zuletzt in die Grenzen eines individuellen menschlichen Organismus. Diesem großartigen Weltinvolutionsproceß gegenüber, und aus ihm in weiterer Fortsetzung, geht ein entsprechender Evolutionsproceß auf, dessen Anfang die Generation, dessen Fortgang der individuelle Lebenslauf, dessen unendliche Fortsetzung die überirdischen Entwickelungen sind, die mit dem Tode ihren Anfang nehmen.

Auch die bisher erfahrungsmäßig gewonnenen, oder mit metaphysischer Consequenz fingirten, Anschauungen über den animalischen Magnetismus bieten uns Analogieen dar, um uns über die nächste Lebensform der Seele nach dem Tode eine Ansicht zu bilden. Die Seele führt in gegenwärtiger irdischer Daseinsweise ein Doppelleben. Vorerst ein durch den sinnlichen Leib bedingtes, sodann ein über diese Grenze sich in die umgebenden Erdgebilde expandirendes, mit dem Leben der Erdseele ursprünglich vereintes Dasein. Ja in dieser Vereinigung, in der Einigung mit der Weltseele, dringt sie selbst über die irdischen Schranken, in unmeßbare Welträume mit der geistigen Kraft des Bewußtseins, alle Materie und alle gleichbürtigen beseelten Organismen anderer Welten durchdringend. Dieses in der Weltseele gegründete Leben tritt erst mit dem Absterben des irdischen Leibes in seine vollen Rechte, indem in aufsteigender Stufenreihe die individuelle Seele zu höheren geistigen Lebensformen sich entwickelt, wo sie einerseits immer tiefer das Innere der materiellen Natur anschaut, andererseits mit der Geisterwelt steigend innigere Verbindungen eingeht.

Noch müssen wir hier des transscendentalen Standpunktes zur Auffassung dieser Verhältnisse erwähnen.

Das absolute Ich, oder der reine Geist, ist die alleinige unendliche Grundlage aller Existenz. Die äußere Naturanschauung ist nur eine nothwendige Form seiner Selbsterscheinung, und durch diese dringt er zur Selbstanschauung, zu Freiheit und Selbstbewußtsein hindurch. Jede scheinbare Unterbrechung dieses Progresses, die als Bewußtlosigkeit (ob im Schlafe oder im Tode) eintritt, kann nur eine relative Ruhe jener Bewegung sein, die aus unendlicher Tiefe mit stets erneuter Macht jenes höchste Ziel, das Bewußtsein, anstreben muß, wodurch das endliche (empirische) Ich in immer neuen Relationen durch unendliche Lebensformen sich offenbart, ohne je das ewige Wesen des Geistes zu erschöpfen. Für diesen Standpunkt sind die reale Anschauung des Wachens so gut wie der Traum, der Schlaf wie der Tod, nur relativ verschiedene Zustände, nur wechselnde Schranken, die an der Wesenheit und Identität des geistigen Selbst räumlich und zeitlich vorübergehen, ohne den Glauben und das Gefühl der persönlichen Unsterblichkeit im geringsten zu erschüttern.

Zum Schlusse noch einige theoretische Betrachtungen über das Wesen und die Bedingungen des Wachens, Schlafes, Traumes und der verwandten Zustände. Oben hatten wir uns mehr mit deren Erscheinungen beschäftigt. Wir suchen jetzt ihre Begründung. Dieser Gegenstand, wie jeder andere von solcher Höhe und so vielfältiger Bedingtheit, läßt für seine Auffassung die verschiedenartigsten Standpunkte zu. Wir werden uns nicht auf eine einzige beschränken, indem wir überzeugt sind, daß die Klarheit der Einsicht nur gewinnen kann, wenn wir den Gegenstand von mehreren Seiten in's Auge fassen.

Der leiblich-psychische Organismus des Menschen ist eine Welt im Kleinen, eine Spiegelung des großen Universums in endlicher individueller Begrenzung. Was dort mit dem Charakter der Allgemeinheit vorkommt, findet sich hier als Besonderes specifisch Bedingtes. Im Universum, so

weit es unserer Erfahrung offen steht, und so weit wir in seine Tiefen durch Analogie und Induction zu dringen vermögen, finden wir geistige und physische Kräfte auf dem gemeinsamen Boden der Materie wirksam, jene mit Bewußtsein und Selbstbewußtsein, diese bewußtlos. Auch innerhalb unseres Organismus finden wir gleiche Scheidung. Die Functionen des animalen Lebens sind mit Bewußtsein und Selbstbewußtsein begleitet, die des vegetativen in der Regel bewußtlos, oder nur mit dunklem Gefühl begabt, die rein physicalischen ganz vom Bewußtsein abgewendet. Wir wachen immer theilweise und schlafen zugleich, jenes in den animalischen, dieses in den vegetativen Organen. Wir wachen aber und schlafen auch abwechselnd innerhalb der animalen Sphäre, indem hier bald die eine, bald die andere Lebensform zeitlich die Oberhand gewinnt. Ob auch im Universum, oder in größeren Abtheilungen desselben ein solcher periodischer Wechsel von Bewußtsein und Bewußtlosigkeit eintrete, liegt außer den Grenzen unserer Erfahrung. Nur die Mythe (die irdische) wagt es, von solchen Perioden des Wachens und des Schlafes des Weltgeistes zu sprechen, indem abwechselnd die Welt in das Chaos zurückkehrt, und aus demselben wieder ersteht. Es bleibt aber unverwehrt, solche Analogieen vom irdischen Menschenleben auf jede andere endliche geistige Individualität, und sollten es Planeten- und Sonnengeister sein, zu übertragen. Es liegt auch im Begriff des Geisteswesens, das Attribut des Bewußtseins als zur bloßen Erscheinungsform gehörig, zeitlich zu regiren, und so Zustände des Schlafens und des Wachens wechseln zu lassen. Auch im Begriff der endlichen Kraft, die nur eine bestimmte Summe zur Disposition für ihre Wirkungen hat, ist es begründet, daß ein Plus der Wirksamkeit in der einen Form, ein Minus in der andern zur Folge hat. Man nennt dieses Verhältniß die Polarität der Kraft, welche so aus der Identität ihres Wesens in entgegengesetzten Existenzformen zur Erscheinung strebt, theils räumlich, wie hier in animalen und vegetativen Organen und Functionen, theils zeitlich im Wachen und Schlafen.

Die empirischen Physiologen, gewohnt überall im Organismus bestimmte Functionen zu suchen, konnten sich mit diesen Allgemeinheiten der Naturphilosophie nicht zufrieden stellen. Schon Bichat und Gall hatten auf den Gegensatz des gangliösen oder sympathischen, und des cerebrospinalen Nervensystems aufmerksam gemacht, noch mehr aber Reil die verschiedene Natur dieser Nerven ins Auge gefaßt. Das Lebensprincip ist durch Vermittelung der Ganglien und ihrer Nerven auf bewußtlose Weise und instinctartig nach eingebornen Normen in den vegetativen Functionen wirksam, durch das cerebrospinale System dagegen wirkt die bewußtseiende Seele auf die thierischen Organe. Zwischen beiden Systemen ist jedoch keine absolute Grenze gegeben, nur die Grenzganglien des Sympathicus halten die Vermischung beider Einflüsse im normalen Zustande auf, die jedoch bald bei gesteigerter Lebenswirksamkeit der einen oder der andern Nervenart durchbrechen kann. Durch vorwaltende Ganglienthätigkeit, die sich auf das Cerebrospinalsystem ausbreitet, wird das Bewußtsein umdämmert, die Willkür gebunden und endlich in Schlaf und volle Bewußtlosigkeit versetzt. Dagegen bringt vorwaltende Hirnthätigkeit in erhöhten Graden, selbst in den sonst bewußtlosen Gangliennerven, Empfindungen und Gefühle hervor, die sich sogar zu sinnlichen (magnetischen) Anschauungen steigern können. Im magnetischen Wachen wird das gesammte Nervensystem cerebral, die Seelenkraft setzt sich in gleiches innigeres Verhältniß

mit aller Nervensubstanz, und so gelangen auch die beiden Naturinstinkte zum Bewußtsein, und die Naturheilkraft wird zur Prognose und Therapie durch Vermittlung von Vorstellungen und Worten.

Man stellt auch die Wechselwirkung der beiden Nervensysteme in Bezug auf Wachen und Schlafen in folgender Weise dar.

Der vegetative Proceß producirt in der Nervensubstanz ein Nervenagens (analog dem electrischen Fluidum), an dessen Verbrauch die Thätigkeit des cerebrospinalen Nervensystems während des Wachens geknüpft ist. Mit allmäliger Erschöpfung des Nervenfluidums tritt bei einem bestimmten Grade der Verminderung Bewußtlosigkeit und Schlaf ein, mit Cessation der cerebrospinalen Wirksamkeit. Der ununterbrochen fortgehende Vegetationsproceß ersetzt während dem das Nervenagens wieder bis zu dem Grade, daß eine neue Zehrung desselben stattfinden kann, und mit ihr der Zustand des Wachens wieder eintritt. Nach dieser Vorstellungsweise wird die Nervenkraft materiell-dynamisch producirt, die Nerven sind die Collectoren und Conductoren derselben, sie erleidet eine Vermehrung oder Verminderung, sie kann sogar qualitativ alterirt werden, es könnten selbst Qualitätsänderungen derselben Bedingungen verschiedener Zustände des Wachens, des Schlafens und der Träume sein. Diese und ähnliche Art von Auffassung, der die Analogie mit physicalischen Kräften zu Grunde liegt, macht nicht Anspruch Theorie zu heißen, ist jedoch für die meisten Capacitäten geeignet, sich von den Gegenständen eine befriedigende Vorstellung zu bilden.

Andere Physiologen haben versucht, im cerebrospinalen Nervensystem ausschließlich die Bedingungen des Wachens und des Schlafes aufzusuchen. Besonders hat sich Dr. F. Friedländer (Versuch über die inneren Sinne und ihre Anomalien, Leipzig 1826) viel Mühe gegeben, das Organ des Schlafes im Gehirne selbst zu finden; jedoch war es mehr eine Forderung, ohne daß er im Stande gewesen wäre, es speciell angeben zu können. Hätte er lieber das Organ des Wachens gesucht, und auf die damals schon bekannten Flourens'schen Experimente über die Hirnfunctionen Rücksicht genommen, er hätte es unfehlbar im Großhirn gefunden. Als ich Friedländers Buch las, und nach den Bedingungen des Schlafes im Gehirne, mit dessen specieller Anatomie ich gerade damals beschäftigt war, nachsuchte, bot sich mir folgendes Appercü dar. Es ist kaum zu zweifeln, daß das große Gehirn vorzugsweise oder ausschließlich das Organ der Sensation, oder des Bewußtseins überhaupt, und somit auch des Selbstbewußtseins sei. Damit wäre es auch das Organ des Wachens, dessen wesentliches Attribut das Bewußtsein ist. Die Bedingungen des Schlafes müssen also unter denen zu suchen sein, welche durch ihr Gegebensein im Großhirn diejenige Thätigkeit aufheben oder wenigstens beschränken, davon im thierischen Organismus die Erregung der Sensation, des Bewußtseins abhängig ist. Diese ist nun zunächst bedingt von der Integrität der Structur und der Cohäsion der Hirnmasse, und von einer angemessenen freien Wechselwirkung zwischen ihr und dem Blute der Reproduction und des Erregungszustandes, der wieder außer der chemischorganischen Einwirkung einen gewissen Grad mechanischer Spannung zwischen Blut und Hirnsubstanz voraussetzt. Wir sehen schon Bewußtlosigkeit eintreten, wenn die Cohäsion durch äußeren Druck verändert wird, es sei dies durch Aftergebilde, wassersüchtige Ansammlungen, Druck durch Fontanellen bei Kindern, durch Trepanationsöffnungen oder auch durch Erschütterungen, krankhafte

Erweichung, organische Ausartung. Wird dem Gehirne (z. B. bei Blutverlust, Asphyxie, Compression der Carotiden) Blut entzogen, tritt Ohnmacht oder Sopor mit Bewußtlosigkeit ein, was man dann durch einen Collapsus des Hirns erklärt; aber auch bei Ueberfüllung der Hirngefäße, Stockung durch Erdrosselung, Ergießung des Blutes melden sich apoplectische Zufälle mit Schwinden des Bewußtseins. Auch die Abänderung der Qualität des Blutes ist nicht gleichgültig, wovon wir später besonders handeln werden. Bei Betrachtung dieser Bedingungen und specieller Berücksichtigung der Hirntheile bot sich folgender Erklärungsversuch des Schlafes dar, den wir keinesweges als theoretisches Ergebniß betrachten, und nur unter die andern commenta opinionum rechnen möchten. Der nervöse Stabkranz im Großhirn, der wahrscheinlich die Kraftleitung zwischen seinen Massen, dem Kleinhirn, den obern Sinnorganen und dem Rückenmark vermittelt, wird an seiner innern, den Seitenventrikeln und der äußern, der Insel zugekehrten Seite, von mehreren gangliösen, gefäß- und blutreichen, meist aus grauer fasrigkörniger Substanz bestehenden Körpern umgeben, die er kammartig durchsetzt, so daß der ganze Stabkranz, wie auch seine einzelnen Bündel, von der grauen blutreichen Ganglienmasse dicht umlagert ist. Setzen wir den Fall, daß eine Ueberfüllung der grauen Massen mit Blut eintrete, oder die Möglichkeit angenommen, daß diese vermöge der grauen Fasern sich selbstständig contrahiren können, so würde in beiden Fällen eine Einschnürung der Stabbündel stattfinden, und die freie dynamische Störung zwischen den Massen der Hemisphären und den übrigen hinter ihnen liegenden Nervengebilden, den obersten Sinnennerven, dem Kleinhirn, Rückenmark und den aus diesem ausgehenden Nervenpaaren beschränkt oder ganz aufgehoben sein. Der Stabkranz verhielte sich hier, wie ein durch ein Band eingeschnürter Nervenstamm, dessen dynamischer Einfluß auf das entsprechende Glied aufgehoben wird. Die nächste Folge der Einschnürung des Stabkranzes wäre gleichfalls eine graduelle Beschränkung der vom Großhirn zum übrigen Nervensysteme ausströmenden Innervation, das ist derjenigen dynamischen Qualität desselben, welche wir Bewußtsein und Willkür nennen, und deren Werkstätte vorzüglich im Großhirn gefunden wird.

Ebenso würden diesem die peripherischen Einflüsse des übrigen Nervensystems entzogen, wodurch diejenige dynamische Wechselwirkung zwischen beiden Partheien des Nervensystems aufgehoben würde, welche die organischen Bedingungen unseres Welt- und Selbstbewußtseins zu enthalten scheinen. Bei mittleren Graden der Einschnürung mußte nicht nothwendig in beiden Theilen die Lebenswirksamkeit eine Beeinträchtigung erleiden, indem die Bedingungen der Reproduction der Nervensubstanz auf der Fortdauer der Wechselwirkung mit dem Blute beruht, und selbst ein beschränkter Grad fortwährender Nervenstörung nicht aufgehoben zu sein brauchte. Die instinctiven Functionen, die etwa in den Vierhügeln, dem kleinen Gehirn, dem verlängerten Mark und Rückenmark und in den Körperganglien ihren Sitz haben, könnten fortwährend in Ausübung bleiben, ja selbst regelmäßiger stattfinden, da sie durch die Eingriffe des Bewußtseins und der Willkür nicht gestört würden. Ebenso könnten höhere psychische Thätigkeiten, die wahrscheinlich im Großhirn ihren Sitz haben, ununterbrochen vorsichgehen; es würden nur diejenigen davon ausgeschlossen sein, die von der Mitthätigkeit des übrigen Nervensystems abhängen, und nur in Wechselwirkung mit diesem zu Stande kommen; also die Receptionen

der Sinne, und die ins Muskelsystem ausströmenden Determinationen zur willkürlichen Bewegung. Ob zur Fortsetzung des Selbstbewußtseins das Großhirn für sich allein ausreiche, bleibt allerdings noch unentschieden. Es müßte dann in sich selbst die Objecte erzeugen, die zur Bethätigung der Selbstständigkeit und Identität des Subjects in Wechselwirkung mit ihnen erfordert werden. Wäre solche subject-objective Entgegensetzung nicht möglich, so müßte dadurch die Forterhaltung des reinen Selbstbewußtseins noch nicht nothwendig aufgehoben sein (was wir überhaupt nach unserer idealischen Auffassung nie zugeben), sie würde nur nicht in das Bewußtsein des Wachens eintreten können, da ihr die zur Fixirung im Gedächtnisse und zur Erinnerung erforderliche objective Umgebung fehlen. Höchstens würde im ersten Momente des Erwachens die allgemeine unbestimmte Erinnerung der Forteristenz zurückgeblieben sein, wie mir das beim Erwachen aus tiefem traumlosen Schlafe der Fall zu sein pflegt. Noch specieller könnte man sich den Mechanismus des Selbstbewußtseins im Großhirn so vorstellen. Es finden sich darin dreierlei Commissuren, zwei quere, die vordere kleine untere Commissur, welche die Hirnmassen der Inseln und der mittleren Lappen verbindet, und eine obere große, wodurch der größte Theil der Windungen der Hemisphären und ihrer Marksubstanz, so wie auch wahrscheinlich die Hirnenden des Stabkranzes in beiderseitige Verbindung treten. Ferner findet sich ein senkrecht gelagertes, von vorne nach oben und hinten, und wieder nach unten und vorne kreisförmig verlaufendes Commissurenpaar, welches von den Mammillarkörpern als vordere Schenkel des Gewölbes aufsteigt, sich mittelst der Membran der durchsichtigen Scheidewand mit der großen Commissur verbindet, ferner als hintere Schenkel des Gewölbes beiderseits in den Saum des Ammonshorns übergehen, außerdem von den Knoten der Mammillarkörper aus in die Substanz der Sehhügel und in die Großhirnschenkel in nervösen Bündeln ausstrahlen. Sie verbinden so die Windungen des Ammonshorns und die Substanz der Sehhügel. Die kleine Quercommissur sowohl als die senkrechte Säulencommissur durchsetzen theilweise dieselben grauen Ganglienmassen, welche den Stabkranz umlagern, und könnten somit gleicher einschnürender Wirkung ausgesetzt sein. Die große Commissur steht außerhalb der Berührung jener Ganglienmassen, dafür wird sie beiderseits von dem Wulst der Zwinge eng umschlossen, die bei möglicher Contractilität ihrer Fasern und der grauen Substanz ihrer Windungen ähnliche einschnürende Wirkung auf die Markfasern der großen Commissur ausüben könnte. Endlich ist der Hirnknoten als Commissur des kleinen Gehirns, und wohl auch das Chiasma, als eine den Sehhügeln angehörende zu betrachten. Letztere dürfte besonders instructiv sein, da sie geeignet scheint, die Einheit der Gesichtsfelder und die Steigerung der Sehkraft ad oculum zu demonstriren. Wie hier, mag auch bei den andern Commissuren eine Kreuzung, vielleicht auch eine Dichotomie der Elementarfasern in dem Mechanismus des materiell psychischen Verhältnisses begründet sein, davon uns jedoch die Einsicht ebensowenig je klar werden dürfte, wie die Vereinigung der Seele mit dem Leibe überhaupt. Indessen könnte man annehmen, daß diese Commissuren (das Chiasma ausgenommen), da sie nur immanente Fasersysteme bilden, und nicht unmittelbar mit den sensoriellen und spinalen Ausstrahlungsfasern des äußeren Nervensystems zusammenhängen, zunächst nur für immanente, rein subjective Functionen bestimmt wären, zur Sammlung und Einigung der Bewußtseins- und Willensmomente beider

Groß- und Kleinhirnhälften in sich selber, somit zur Unterhaltung des Selbstgefühls und Selbstbewußtseins auf verschiedenen Stufen. Es wäre dann eine zweifache Bewegungsrichtung des Nervenagens innerhalb der Substanz der Commissuren denkbar, die eine von den gangliösen Körperchen der grauen Substanz beider Hirnhälften als monadischen Centris ausgehend und gegen die Commissuren einstrahlend, in denen eine Centrirung und Spannung der Nervenkräfte, und ein Schweben derselben im Gleichgewichte stattfinden könnte, davon graduelle Zustände von Selbstbewußtsein die Folge wären. In der Commissur würden sich die Kraftwirkungen austauschen, die eine Hirnhälfte für die andere wechselweise Subject und Object sein, zur Vermittlung des Selbstbewußtseins; die andere Richtung der dichotomisch getheilten Fasern ginge nach den Außenwerken des Nervensystems zur Vermittlung des Weltbewußtseins, und des realen Verhältnisses mit den Außendingen und den Materien des eigenen Leibes.

Für die verschiedenen psychologischen Werthe der Commissuren, als Organe höherer und niederer Bewußtseinsstufen, spräche der Umstand, daß die große, entsprechend den höchst entwickelten Hemisphären, beim Menschen relativ und meist auch absolut am größten, in der Reihe der Säugthiere bis zu den Beutelthieren und Monotremen, die an die Classe der Vögel grenzen, im Abnehmen begriffen ist, indem bei letztern nur noch eine Spur davon übrig bleibt. Dagegen ist die vordere Commissur bei Säugthieren, Vögeln und Amphibien relativ größer, vielleicht als Schwebepunkt des Selbstgefühls. Die Commissur des Kleinhirns im Hirnknoten würde, da das Experiment dem Kleinhirn die Qualität des Bewußtseins abspricht, einem bewußtlosen psychischen Einheitsprincipe, dem etwa die Bewegungsinstincte eingeboren wären, dienen müssen. Noch müssen wir hier eine Verwahrung beisetzen. Wenn wir den den Stabkranz umlagernden Ganglienmassen eine einschnürende Wirkung zuschreiben, so soll nicht damit gesagt sein, daß ihnen diese allein zukomme; sie müssen vielmehr, analog den übrigen grauen mit Ganglienkörperchen versehenen Substanzen als Centralorgane specifischer Nervenwirkungen betrachtet werden, und es könnten ihnen wohl die Functionen der innern Sinne zugewiesen werden.

Wir können bei der Absperrung des Stabkranzsystems verschiedene graduelle Wirkungen annehmen, woraus verschiedene Modificationen und Grade bewußtloser und halbbewußtloser Zustände zu erklären wären. Bei stärkerer Abschnürung würde auch vollkommenere Bewußt- und Bewegungslosigkeit (tiefer Schlaf, Lethargus) eintreten, beschränkte, theils allgemeine, theils partielle Störungen, die Zustände des Schlummers und Traumes, der Catalepsie, des Somnambulismus u. s. w. bedingen. Zur Erklärung des Traumes beiläufig Folgendes. Es scheint, daß zur Unterhaltung der Anschauungen des innern Sinnes eine begrenzte Ausströmung des Nervenagens bis in die äußersten Nervenpartheieen der Sinnorgane selbst erforderlich ist, daß das Zustandekommen der objectiven sinnlichen Anschauung, sowie auch die imaginative Reproduction der Empfindungen und Anschauungen, nur durch eine leisere Wiederholung derselben Thätigkeit zu Stande kommen, die bei den ursprünglichen äußeren Sinnesanschauungen in Wirksamkeit begriffen waren, also nur in inniger Wechselwirkung der Centralorgane des Hirns mit den entsprechenden Sinnorganen. Auch solche Strömungen könnte man immanente nennen, indem sie nur subjective Reizungen zum Bewußtsein bringen; dagegen könnten die die objective Sinnesanschauung

bewirkenden transscendente genannt werden, weil sie, obgleich an sich subjectiv, über die Grenzen des individuellen Organismus in den objectiven Raum durch reale Bewegungen hinausgehen. Den Träumen und Visionen würde eine transscendentale Strömung entsprechen, die an die leibliche Grenze der Sinnensphäre angelangt, über diese nur hinausstrebte, wodurch die scheinbare Objectivität der Vision und des Traumes zu erklären wäre.

Bei der Erklärung der Wirkung des Großhirns auf das Spinalnervensystem muß bemerkt werden, daß die ins gesammte Rückenmark sich vertheilenden, vom Stabkranze ausgehenden, Fasern der Pyramiden nicht den vordern Rückenmarksträngen ausschließlich angehören, sondern daß sie nach ihrer Kreuzung am Ende des verlängerten Marks ins Innere der Nervensubstanz eintreten, und sich an die vordern und hintern Stränge vertheilen, und so gewissermaßen im Rückenmarke das Hirn selbst repräsentiren. Die Cessation ihrer Thätigkeit durch Abschließung des Hirneinflusses am Stabkranze mußte nicht zugleich mit einem Aufhören der Thätigkeit der vordern und hintern Rückenmarksstränge verbunden sein, deren Reflexfunction dabei selbstständig, ja noch entschiedener und ungestörter fortbestehen könnten, was auch directe Experimente zu beweisen scheinen, indem bei geköpften Thieren die Reflexerscheinungen in ausgezeichneter Weise wahrgenommen werden. Es versteht sich von selbst, daß die angeführte Auffassung zuerst nur für Säugthiere ihre volle Gültigkeit hatte; bei den andern Classen müßte nach andern Bedingungen gesucht werden. Man könnte in diesem Sinne der neueren Nervenphysik sich in Erklärungsversuchen noch weiter verbreiten, doch mag dies für unsern Zweck ausreichen. Hoffentlich wird man uns nicht den Vorwurf des Materialismus machen, da wir nur in freiester Betrachtung, von verschiedenen Standpunkten, nicht dogmatisch den Gegenstand aufgefaßt haben.

Auf diese Billigkeit bauend, will ich noch eine andere, nicht weniger materialistische Ansicht vortragen, die dem gegenwärtig nach der Herrschaft strebenden chemisch-physiologischen Standpunkte angehört, und mit dem eben vorgetragenen recht gut verbunden werden kann. Sie geht aus dem bekannten Einfluß des Blutes auf die Erregungszustände im Nervensystem hervor. Wir brauchen nicht weit nach Beispielen zu suchen, um zu beweisen, wie die abgeänderte Quantität und Qualität des Blutes auf den erhöhten oder erniedrigten Stand der Erregung im Nervensystem einfließe. Die Störung des Blutkreislaufs in irgend einem Gliede hat Verminderung oder Aufhebung des Gefühls und der freien Bewegung zur Folge. Bei allgemeiner Blutentleerung durch Aderlaß oder Verwundungen, tritt Schwächegefühl, Stumpfheit der Hautempfindung, Benebelung der Sinne, endlich Bewußtlosigkeit und Ohnmacht ein. Bei absolut oder relativ gesteigerter Blutmenge zeigt sich zuerst allgemein erhöhte Erregung im Nervensystem. Erreicht die Plethora einen noch höheren Grad, tritt dann oft das Gegentheil ein, Symptome der Schwäche, der unterdrückten Lebensäußerung, unter diese gehören auch Schläfrigkeit und schlafsüchtige Zustände. Mit Rücksicht auf diese Phänomene haben ältere Physiologen und noch neuerlichst W. Smith (Lancet 1845, Vol. I. N. 2.) den Schlaf durch eine Verlangsamung und Stockung der Circulation im Gehirne, in Folge einer periodischen Erschöpfung der Propulsivkraft des Herzens zu erklären gesucht. Wir sehen, daß auch andere ähnliche Bedingungen den Schlaf herbeiführen. Schon die horizontale Lage disponirt zum Schlafe.

Wenn wir uns Abends, auch ohne entschiedene Schläfrigkeit, ins Bette begeben, läßt der Schlaf nicht lange auf sich warten. Jede bedeutendere Expansion oder Contraction des Blutes von Wärme oder Kälte, von spirituösen Flüssigkeiten und Contrastimulantien, kann schon durch die bloße quantitative Wirkung auf den Cohäsionszustand, die Spannung der Nervenfaser, im Hirn ein Steigen oder Fallen der Intensität des Bewußtseins und hiermit erhöhtes Wachen oder Schlaf zur Folge haben. Noch wesentlicher auf den Lebensstand im Nervensystem wirkt die Qualität des Blutes ein. Erhöhte Venosität des Blutes, aus was immer für Ursachen, entweder durch Beschränkung des Mechanismus der Respiration oder durch Einfluß irrespirabler Dämpfe und Gasarten, oder durch Störung des Oxygenirungsprocesses innerhalb des Blutsystems selbst, erregt im geringern Grade Schlafzustände und Träume, im erhöhten Scheintod bis zur Erstickung oder Apoplexie. Man könnte nun auch, mit Bezug auf W. Smith's Ansicht, behaupten, daß neben der Stockung durch die verlangsamte Respiration und Blutumlauf, das Blut wegen verminderten Einflusses des Oxygens auch venöser werden müsse, und so von seiner Reizkraft verliere, wodurch die Lebenserregung der Nervensubstanz überhaupt, und so auch die des Hirns auf einen niederern Grad herabgesetzt wird, womit dann der Zustand des Schlafes eintrete. Wir kennen aber noch andere Qualitäten des Blutes, durch welche es Einfluß übt auf den Stand des Bewußtseins, der erhöhten Erregtheit im Nervensystem des Wachens, oder der verminderten des Schlafs. Man könnte sie im Allgemeinen Narcotismus des Blutes nennen. Wir haben schon oben bei Betrachtung der Weckungsmittel davon gesprochen. Wir unterscheiden die Narcotisirung durch von Außen ins Blut eingebrachte Substanzen, durch Spirituosa (wozu Aether, Chloroform u. dergl.) und Narcotica, und die innere, durch selbstthätige (pathologische) Umwandlung oder Zersetzung des Blutes, oder chemische Umstellung seiner Bestandtheile. Letztere Anschauungsweise hat sich in der modernen Pathologie ziemlich allgemein das Bürgerrecht erworben. Schon früher machte sich die chemische Ansicht geltend durch die Annahme einer Sepsis im Blute, bei Erklärung der nervösen Symptome des Typhus, des Nervenfiebers, des Uebergangs der Entzündung in Gangrän. Größere theoretische Kühnheit erforderte schon die Annahme selbstständiger Blutnarcose bei acuten und chronischen Manieen. Die neuere, nach möglichster Exactheit strebende, Physiologie sträubte sich am längsten vor solchen hypothetischen Annahmen, theils weil die normalen Phänomene des Lebens sie nicht zu erfordern schienen, theils weil die physiologische Chemie noch nicht so weit gediehen ist, um als sichere Basis der Theorie zu dienen. Doch glaube ich, daß, wenn man sich nicht absichtlich alles Denkens entschlagen will, man darin nicht zu strenge sein dürfe. Selbst der realistischste Chemiker kann der Annahme nicht ausweichen, daß im Organismus Etwas sei, davon, man nenne es nun Lebenskraft oder wie immer, die Mischung der organischen Bestandtheile und die darin vorgehenden chemischen Bewegungen abhängig sind, und so wäre es denn auch erlaubt zu behaupten, daß die Entelechie des Organismus das Blut nach einem periodischen Typus chemisch umstimmt oder narcotisirt, um damit das Nervensystem in Schlaf zu versetzen. In ähnlicher Sprechweise schafft sich dieselbe Entelechie durch den chemischen Oxydationsproceß im Blute denjenigen Grad der Nervenerregung, der zum Wachsein erforderlich ist; sie schafft denselben Proceß, die angemessene Blutwärme zur Erhaltung der Reproduc-

tion im Organismus; sie ist die vis naturae medicatrix, welche das Blut im Schlafe in einen Balsam umwandelt, womit sie den wundwachen Leib wieder zu heilen vermag. Auch in der Krankheit schafft sie den critischen Schlaf und vollführt in ihm die heilsame Wandlung des Blutes, wodurch allein die Beschaffenheit der festen Theile zum gesunden Stande wieder zurückkehrt. Gewiß ist der chemische Proceß die Grundlage der Reproduction im Organismus, durch welche erst die Entwickelung der höhern dynamischen Processe nicht verursacht, wohl aber für die Offenbarung des Wesens des Lebens nothwendig bedingt erscheint.

J. E. Purkinje.

Der Tastsinn und das Gemeingefühl.

Ueber die Umstände, durch welche man geleitet wird, manche Empfindungen auf äußere Objecte zu beziehen.

Eine genaue, durch Messungen unterstützte, Untersuchung über den Tastsinn und das Gemeingefühl der Haut und der Muskeln bietet deswegen ein besonderes Interesse dar, weil wir bei keinem anderen Sinnorgane Gelegenheit haben, ohne uns zu schaden, die mannichfaltigsten Experimente anzustellen und in verschiedener Hinsicht Messungen auszuführen, und weil Manches von dem, was wir auf diese Weise an der Haut beobachten, sich nachher auch auf den Gesichtssinn und auf andere Sinne, so wie auch auf das Gemeingefühl anwenden läßt.

Da alle Einwirkungen auf unsern Körper, welche Empfindungen in uns erwecken, Bewegungen sind, die in unsern Körper eindringen und eine Veränderung in unsern Nerven hervorbringen, so sollte man glauben, der Gegenstand der Empfindungen müßte uns stets in den Organen zu liegen scheinen, mittelst deren wir empfinden. Dieses scheint uns auch bei vielen Empfindungen der Fall zu sein. Wenn wir z. B. an Kopfschmerz, Augenschmerz, Ohrenzwang, Zahnschmerz oder an andern Schmerzen leiden, so nehmen wir wahr, daß bestimmte Theile unsers Körpers schmerzen. Wir glauben da die Empfindungen zu haben, wo auf unsere Nerven eingewirkt wird. Wir unterscheiden das, was auf uns einwirkt, nicht von unsern Organen, auf welche eingewirkt wird, sondern fühlen nur die Veränderung, welche in dem Empfindungszustande unsers Körpertheils hervorgebracht wird. Ist das Messer des Operateurs durch die Haut gedrungen, so wird es nicht mehr als ein Gegenstand, der mit den Theilen unsers Körpers in Berührung kommt, empfunden, sondern wir empfinden Schmerz in den verletzten Theilen.

In Theilen, die keine Sinnorgane sind, haben wir nur solche Empfindungen. Mittelst der ausgebildeten Sinnorgane dagegen empfängt der Mensch außer jenen Empfindungen noch andere, durch die er einen außerhalb des Sinnorgans befindlichen Gegenstand wahrzunehmen glaubt.

So meinen wir z. B. die Dinge in einer gewissen Entfernung von uns zu sehen, räumlich von uns getrennt, und doch ist es gewiß, daß die Kraft unserer Nerven hierbei nicht über die Oberfläche unsers Körpers hinaus reicht, und daß wir die Dinge nur dadurch sehen, daß das von

ihnen ausgesendete Licht in die Nervenhaut unsers Auges eindringt und dort ein kleines Bild der sichtbaren Gegenstände entsteht. Aber von dieser Berührung unserer Nervenhaut im Auge haben wir nicht das mindeste Bewußtsein, auch dann nicht, wenn wir die größte Aufmerksamkeit darauf richten; wir sind uns dabei nicht einmal bewußt, daß wir unsere Aufmerksamkeit auf einen Theil unserer Nervenhaut im Auge richten, sondern glauben dieselbe auf einen sichtbaren Gegenstand im Raume richten zu können und richten zu müssen.

Bei allen Empfindungen müssen wir die reine Empfindung von unserer Auslegung derselben unterscheiden, die Empfindungen des Hellen und Dunkeln, und der Farben sind reine Empfindungen; daß etwas Helles, Dunkles und Farbiges entweder in uns, oder im Raume vor uns sei und eine Gestalt habe, ruhend sei, oder sich bewege, ist eine Auslegung derselben. Aber diese Auslegung associirt sich so sehr mit der Empfindung, daß sie von ihr unzertrennlich ist und von uns für einen Theil der Empfindung gehalten wird, während sie doch die Vorstellung ist, die wir uns von der Empfindung machen. Aber nicht nur richtige, sondern auch falsche Auslegungen der Empfindungen vermischen sich in manchen Fällen so vollkommen mit ihnen, daß man sie gar nicht davon scheiden kann, auch dann, wenn man den Irrthum und die Ursache des Irrthums erkannt hat. Allen Menschen, auch den Astronomen, scheint die aufgehende und untergehende Sonne und der aufgehende und untergehende Mond einen größeren Durchmesser zu haben, als wenn beide hoch am Himmel stehen. Diese Täuschung beruht aber bekanntlich nicht auf einer Brechung, die das Licht in der Atmosphäre erleidet und durch die ein größeres Bild in unserm Auge auf der Nervenhaut entsteht, vielmehr ist der Gesichtswinkel, unter welchem wir diese Himmelskörper in den beiden Fällen sehen, wie die Messung beweist, genau derselbe, sondern sie beruht auf einer falschen Auslegung, die ein Jeder durch die Umstände genöthigt wird zu machen, so daß wohl noch Niemand sich davon freigehalten hat, und sie ist so unzertrennlich mit dem Anblicke des aufgehenden Mondes und der aufgehenden Sonne verbunden, daß wir sie von dem, was wir empfinden, nicht zu unterscheiden vermögen. Wir glauben unmittelbar wahrzunehmen, daß die aufgehende Sonne und der aufgehende Mond einen größeren Durchmesser haben, als wenn sie hoch am Himmel stehen. Aber wir sind uns nicht einmal des Grundes bewußt, der uns zu dieser falschen Auslegung unserer Empfindungen verleitet. Er liegt darin, daß uns die aufgehende Sonne und der aufgehende Mond weiter von uns entfernt zu sein scheinen, als wenn sie hoch am Himmel stehen. Denn Körper, welche unter demselben Gesichtswinkel gesehen werden, erscheinen uns größer, wenn wir sie für entfernter halten, und umgekehrt. Daß wir aber jene Himmelskörper, wenn sie am Horizonte stehen, für entfernter halten, als wenn sie sich hoch am Himmel befinden, hängt damit zusammen, daß uns das Himmelsgewölbe nicht wie eine halbe Hohlkugel, sondern wie ein kleineres Segment einer Hohlkugel, also etwa wie ein sehr gewölbtes Uhrglas erscheint. Davon kann sich Jeder leicht überzeugen, wenn er sich zu dem Himmelsgewölbe, das er über sich sieht, ein zweites nach unten gekrümmtes Gewölbe von derselben Gestalt hinzu denkt, wo er dann leicht bemerken wird, daß beide zusammen nicht eine Kugel, sondern eine Linse bilden. Scheint uns nun das Himmelsgewölbe keine Halbkugel, sondern ein kleineres Segment einer Kugel zu sein, so scheint uns die Entfernung des Zeniths kleiner zu sein

als die bis zum Horizonte. Hier entsteht nun freilich wieder die neue Frage, warum das Himmelsgewölbe uns ein kleineres Segment der Kugel zu sein scheint. Viele entfernte Gegenstände, über deren Größe wir unterrichtet sind, projiciren sich auf den Horizont. Hierdurch belehren wir uns davon, daß der dem Horizonte nahe Theil des Himmels sehr weit entfernt sei, während es uns bei der Schätzung der Entfernung des Zeniths an solchen Anhaltungspunkten fehlt. Auch kann der Umstand etwas dazu beitragen, daß alle Körper destoneblicher erscheinen, je entfernter sie sind, daß wir daher gewohnt sind, neblig erscheinende Körper für entfernter zu halten, und daß Sonne und Mond desto nebliger erscheinen, je näher sie am Horizonte stehen.

Wir machen aber nicht nur beim Sehen die Erfahrung, daß wir den auf uns gemachten Eindruck da nicht zu empfinden glauben, wo er unsere Nerven trifft, ihn vielmehr aus einem von uns entfernten Theile des Raums herleiten, und dort den auf uns wirkenden Körper wahrzunehmen glauben; sondern dasselbe ereignet sich auch bei der Wahrnehmung des Drucks mittelst der Tastorgane. Die Haare sind völlig unempfindliche Hornfäden, welche verbrennen können, ohne daß wir eine Empfindung davon haben, die aber wie Sonden eine ihnen mitgetheilte Bewegung oder einen Druck bis zu den empfindlichen Theilen in der Haut fortleiten können, an denen sie angewachsen sind. Wird nun der Bart, z. B. der Backenbart, leise berührt, so glauben wir den auf die Barthaare ausgeübten Druck nicht im Innern unserer Haut zu empfinden, an den empfindlichen Theilen, wohin er durch die Hornfäden fortgepflanzt wird und auf unsere Nerven wirkt, sondern wir glauben den Druck in einiger Entfernung von unserer Haut zu empfinden, in der sich die berührten Theile der Haare befinden. Dieselbe Bemerkung machen wir bei den Zähnen. Die harten Theile der Zähne sind unempfindlich. Man kann Stücke davon abfeilen, ohne einen Schmerz zu erregen. Nur die nervenreiche Haut, welche die Zahnwurzeln umgiebt und in den Zahnzellen der Kinnlade befestigt ist und der Zahnkeim, der die kleine Höhle im Zahne ausfüllt, sind empfindlich. Bringen wir nun ein Holzstäbchen zwischen die Zähne und betasten es mit denselben, so glauben wir das Stäbchen zwischen den Zähnen zu fühlen, wir meinen den Widerstand, den es uns leistet, an der Oberfläche der Zähne zu fühlen, wo wir doch, da sie ohne Nerven ist, gar nicht empfinden können. Wir haben aber nicht die mindeste Empfindung vom Drucke an der in der Zahnzelle verborgenen Oberfläche der Zahnwurzel, wohin sich wirklich der Druck zu der die Zahnwurzel umgebenden nervenreichen Haut fortpflanzt, und daselbst auf die Nerven wirkt.

Aber nicht nur an die Oberfläche der unempfindlichen Substanzen, welche unsere Haut bedecken, versetzen wir den Ort des empfundenen Druckes, sondern auch an das Ende eines Stäbchens, das wir zwischen unsere Fingerspitze und einen Widerstand leistenden Körper, z. B. die Tischplatte, stemmen. Fechner hat mich darauf aufmerksam gemacht, daß man unter diesen Umständen den Druck an zwei Orten zugleich zu empfinden glaube, da, wo das obere Ende des Stäbchens unsere Finger und da, wo das untere Ende desselben den Tisch berührt. Es scheint, als hätten wir gleichzeitig 2 Empfindungen an 2 durch die Länge des Stäbchens getrennten Orten. Ich habe die Umstände, wovon hierbei die Entstehung einer doppelten Empfindung abhängt, erörtert. Wenn man das Stäbchen an der Oberfläche des Tisches unbeweglich befestigt, indem man es anleimt,

oder daselbst fest einklemmt, so fällt die zweite Empfindung, die wir am unteren Ende des Stäbchens zu haben glaubten, sogleich weg und es bleibt nur die Empfindung übrig, die wir da zu haben glaubten, wo das Stäbchen unsere Finger berührt. Könnten wir das Stäbchen unbeweglich an unsere Finger befestigen, während das untere Ende am Tische beweglich bliebe, so würde die Empfindung an der Oberfläche des Fingers wegfallen, und wir würden nur den Druck da zu empfinden glauben, wo das untere Ende des Stäbchens den Tisch berührt. In der That, die Zähne sind solche Stäbchen, die mit ihrem einen Ende unbeweglich in der Zahnzelle befestigt sind, und hier zeigt es sich nun auch, daß wir an dem Orte, wo sie die nervenreiche Haut der Zahnzelle berühren, die sie befestigt, keinen Druck empfinden, sondern daß wir den Druck nur an der freien Oberfläche des Zahns zu empfinden glauben. Nur wenn ein Zahn in beträchtlichem Grade wackelt und sich in der Zahnzelle bewegt, hat man, wie ich mich selbst überzeugt habe, indem man ihn an einen festen Körper andrückt, 2 Empfindungen, die eine an der Oberfläche der Wurzel, die andere an der Oberfläche der Krone.

Wir haben hier also Gelegenheit, die Umstände näher zu untersuchen, welche uns veranlassen unsere Empfindung so auszulegen, daß wir annehmen, das entfernte Ende des Stäbchens berühre einen zweiten Widerstand leistenden Körper, und derselbe befinde sich von uns in einer bestimmten Entfernung. Wir empfinden die Berührung des Stäbchens und des Tisches am deutlichsten, wenn wir das obere Ende des Stäbchens sammt dem Finger um das untere Ende des Stäbchens auf dem Tische in einem Kreisbogen bewegen. Da nun das Stäbchen in allen Lagen, in die es hierbei successiv kommt, in einer gewissen Richtung Widerstand leistet, und da alle diese Richtungen den Radien des Kreisbogens entsprechen, in welchem wir unsere Finger bewegen, so urtheilen wir, daß da, wo alle diese Richtungen, in welchen das Stäbchen Widerstand leistet, zusammenkommen, ein Widerstand leistender Körper befindlich sein müsse, der, weil er unbeweglich ist, von dem beweglichen Stäbchen unterschieden wird. Je mehr sich das Stäbchen und der Finger gemeinschaftlich bewegen, desto deutlicher empfinden wir, daß das Stäbchen den Tisch berührt, je mehr sich dagegen der Finger auf dem oberen Ende des Stäbchens bewegt, und je weniger das Stäbchen an der Bewegung unsers Fingers Theil nimmt, desto deutlicher empfindet man, daß unser Finger das obere Ende des Stäbchens berührt, und desto undeutlicher empfindet man die Berührung des Tisches. Hier leuchtet nun recht klar ein, wie wir das zu empfinden glauben, was wir durch ein Urtheil erkennen würden, welches auf eine Vergleichung vieler Empfindungen und auf das Bewußtsein von unserer eignen Bewegung gegründet ist. Entweder ist es nun also unser Verstand, durch welchen wir unsere Empfindungen mit Berücksichtigung aller dieser Umstände auslegen, und die Auslegung beruht wirklich auf einem Urtheile, d. h. auf einem synthetischen Urtheile, welches schon gefällt wird, ehe wir uns durch Worte bezeichnete Begriffe gebildet haben, oder es wirkt in uns ein stellvertretender Verstand, d. h. unsere Seele wird, ohne eine Einsicht in die Verhältnisse zu haben, durch eine unbekannte Ursache bestimmt, diesen Verhältnissen gemäß sich die Empfindungen vorzustellen, gleichsam durch einen intellectuellen Instinct. Auf gleiche Weise beruhet die Erscheinung, daß der Schall nicht im Kopfe empfunden wird, wo er unsere Gehörnerven erschüttert, sondern außerhalb unsers Kopfes, auf einem sehr zusam-

mengesetzten Urtheile. Wir machen z. B. folgende Erfahrung: bei derjenigen Stellung unsers Kopfes, wo das eine Ohr, z. B. das rechte, dem Orte, von wo der Schall ausgeht, zugekehrt und das andere Ohr von demselben abgekehrt ist, bemerken wir, daß der Schall durch das erstere viel stärker als durch das letztere gehört wird. Wenn wir nun aber unsern Kopf drehen, während der Ton auf gleiche Weise erregt wird, so nimmt die Stärke der Empfindung in dem rechten Ohre in demselben Grade mehr und mehr ab, als sie im linken Ohre zunimmt. Endlich, wenn unser Gesicht oder unser Hinterhaupt dem Orte zugekehrt ist, von wo der Schall ausgeht, so ist die Stärke der Empfindung in beiden Ohren gleich und wird von nun an, wenn man den Kopf zu drehen fortfährt, im linken Ohre stärker und im rechten schwächer, bis endlich hinsichtlich dieser Verschiedenheit der Empfindung der höchste Grad eintritt. Die Beobachtung, daß die Drehung unsers Kopfs auf eine so gesetzmäßige Weise die Stärke der Empfindung abändert, führt uns zu der Vermuthung, daß die Ursache des Schalls unverändert und an demselben Orte bleibe, und daß die Empfindung nur durch die Bewegung unseres Kopfs zu- und abnehme, und daß sich also die relative Lage der Ursache des Schalls zu unsern Ohren durch unsere Bewegung ändere. Hieraus geht hervor, daß die Ursache des Schalls, wenn sie gleichmäßig fortwirkt, nicht in uns sein könne, sondern außer uns existiren müsse, denn sonst würde sie sich zugleich mit uns bewegen, und also, während wir uns bewegen, unverändert bleiben. Alle jene Erscheinungen lassen sich im Einzelnen vollständig erklären, wenn wir annehmen, daß die Empfindung des Schalls desto stärker werde, je mehr die Oeffnung unsers Ohrs nach derselben hingerichtet sei. Die Hypothese, daß eine physische Ursache des Schalls außerhalb unsers Körpers liege, bestätigt sich noch außerdem auf mannichfaltige Weise, z. B. indem wir uns dem Orte des Schalls nähern oder uns von demselben entfernen, und die Empfindung dadurch verstärken oder schwächen. Auf eine ähnliche Weise überzeugen wir uns davon, daß die Ursache vieler Gerüche außerhalb unsers Körpers im Raume zu suchen sei, und nicht da, wo die Riechstoffe die Schleimhaut unserer Nase berühren. Wäre es uns unmöglich, die Geruchempfindung durch unsere Annäherung an die Quelle des Geruchs zu verstärken, und durch unsere Entfernung von derselben zu vermindern, so wie auch den Geruch durch das Einziehen von Luft in die Nase deutlicher zu machen, entbehrten wir also des Vermögens, durch unsere absichtliche Bewegung die Empfindung der Gerüche zu verstärken und zu schwächen, so würden wir die Ursache der Gerüche nur in uns selbst suchen, eben so, wie wir die Ursache der Empfindungen des Schmerzes, des Ekels, des Hungers und Durstes in uns selbst suchen; dasselbe bestätigt sich auf eine interessante Weise bei der Wahrnehmung der Wärme. Die Temperatur unserer Haut kann auf eine doppelte Weise erhöht werden, durch eine vermehrte Zuführung von Wärme von innen, wenn mehr warmes Blut in die Haut strömt, und durch die vermehrte Mittheilung von Wärme von außen. In beiden Fällen fühlen wir, daß unsere Haut wärmer wird. Uebt der Körper, der uns mehr Wärme von außen mittheilt, zugleich einen Druck auf unsere Haut aus, so sind wir nicht zweifelhaft, daß die Wärme von außen komme, wir fühlen dann, daß der drückende Körper warm sei. Wirkt aber die strahlende Wärme, oder die ruhige erwärmte Luft, die uns ringsum umgiebt, auf uns ein, so ist es viel schwerer zu entscheiden, ob die Wärme von außen oder von innen auf uns wirke. Aber auch bei

der Beurtheilung dieser Empfindungen wird man durch ähnliche Betrachtungen geleitet, wie in den erwähnten Fällen. Läßt man Jemanden seine Augen schließen und nähert seinem Gesichte, bis auf die Entfernung von 1 oder 2 Zoll, einen runden glühenden Eisenstab, der etwa $\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser hat, so daß er eine senkrechte Lage vor dem senkrecht stehenden Gesichte hat, und läßt der Person dann den Kopf wiederholt nach rechts und links drehen, so empfindet sie sehr bestimmt die Lage des wärmenden Stabes in einer gewissen Entfernung vor dem Gesichte. Indem nämlich der Kopf um seine senkrechte Axe gedrehet wird, wirft der Stab seine Wärmestrahlen am stärksten auf die nächsten Theile des Gesichts, die dann bei der Drehung desselben andere und andere sind. Wäre die Wärmequelle in unserer Haut, so würde sie sich zugleich mit unserer Haut bewegen und ihren relativen Ort beibehalten. Daraus, daß gewisse, in einer senkrechten Linie gelegene, Theile der Haut viel stärker als andere erwärmt werden, und daß, wenn wir den Kopf drehen, andere und andere Theile der Haut in einer gewissen Ordnung von der Wärme affieirt werden, welche bei dem Zurückdrehen des Kopfs die umgekehrte ist, schließen wir auf eine ruhende Wärmequelle von linienförmiger Gestalt, die in einer bestimmten Entfernung vor unserm Gesichte liegt.

Daraus nun, daß man beim Sehen im Auge, beim Hören im Labyrinthe des Ohrs, beim Riechen in dem Theile der Nase, welcher der Sitz des Geruchsinns ist, keine örtliche Empfindung hat, daß man dagegen an der Oberfläche der Zähne und der Haare die diese Theile berührenden Körper zu fühlen glaubt, während es doch gewiß ist, daß die harten Theile der Zähne und die Haare völlig unempfindlich sind, daraus ferner, daß, wie Joh. Müller gezeigt hat, ein Druck, der auf einen viele Tastnerven enthaltenden Nervenstamm ausgeübt wird, einen Schmerz erzeugt, der seinen Sitz nicht blos an der gedrückten Stelle hat, sondern auch in den oft ziemlich entfernten Theilen, zu welchen sich die gedrückten Nervenfäden erstrecken, daraus endlich, daß Krankheiten vorkommen, bei welchen heftige Schmerzen in den vom Gehirne und Rückenmarke entfernten Theilen empfunden werden, während der Ort, wo die störende Einwirkung auf die Nerven geschieht, im Rückenmarke oder im Gehirne liegt, darf man vermuthen, daß wir durch die reine Empfindung ursprünglich gar nichts über den Ort wissen, wo auf den die Empfindung vermittelnden Nerven eingewirkt wird, und daß alle Empfindungen ursprünglich nur unser Bewußtsein anregende Zustände sind, welche dem Grade und der Qualität nach verschieden sein können, aber unmittelbar keine räumlichen Verhältnisse zu unserem Bewußtsein bringen, sondern nur mittelbar, durch die Anregung einer Thätigkeit unserer Seele, mittelst deren wir uns die Empfindungen vorstellen und in Zusammenhang bringen, und zu welcher wir durch eine angeborne Seelenanlage oder Seelenkraft angetrieben werden.

Verschiedenheit der Empfindung von der Vorstellung der Empfindung.

Die Art und Weise, wie wir bei der Auslegung unserer Empfindungen zu Werke gehen, hängt nicht ganz von unserer freien Selbstbestimmung

ab, sondern wir sind durch eine unbekannte Ursache genöthigt, die Empfindungen nach den Categorien des Raums, der Zeit und der Zahl uns vorzustellen und in einen Zusammenhang zu bringen. Würde unsere freie Selbstbestimmung bei der Auslegung der Empfindungen nicht unterstützt durch diesen Zwang, so würden wir unstreitig niemals zu sinnlichen Vorstellungen gelangen. Diese Vorstellungen sind also nicht das Resultat der Erfahrung, sondern Erfahrung wird erst dadurch möglich, daß wir das Vermögen besitzen, uns die Empfindungen nach den Categorien des Raums, der Zeit und der Zahl zu deuten. Daß wir zu jener Auslegung der Empfindungen nicht durch eine freie Thätigkeit unserer Seele gelangt sind, dessen werden wir uns bewußt, wenn wir eine andere Auslegung versuchen. Denn wir werden uns dann bewußt, daß wir die Empfindungen so auslegen *müssen*, und daß wir in dieser Auslegung nicht das Geringste ändern können. Wir können keine der 3 Dimensionen des Raums hinweglassen, und eben so wenig den 3 Dimensionen des Raums noch eine vierte hinzufügen. Wir können uns die ganze Körperwelt hinweg denken, aber Raum und Zeit bemühen wir uns vergeblich hinwegzudenken. Wenn man den Begriff des Instincts allgemeiner fassen will, als es gewöhnlich geschieht, wenn man die unbekannte Ursache von einer jeden angebornen zweckmäßigen Thätigkeit, zu der sich die Seele nicht selbst bestimmt, Instinct nennen will, mag sich nun diese Thätigkeit auf die Bildung von Vorstellungen, oder auf die Hervorbringung von Bewegungen beziehen; so kann man jene Seelenanlage auch als einen intellectuellen Instinct bezeichnen. Die Thiere sind, wie es scheint, durch dieselbe unbekannte Ursache genöthigt, sich die Empfindungen nach den Categorien des Raums, der Zeit und der Zahl auszulegen, wenn sie auch unfähig sind, sich dieser Thätigkeit in abstracto bewußt zu werden, und sich also die Begriffe von Raum, Zeit und Zahl zu bilden. Es ist nicht daran zu denken, daß sie blos reine Empfindungen hätten. Die vollkommneren Thiere geben Beweise genug, daß sie die Empfindungen, die ihnen das Auge verschafft, nicht im Auge zu haben glauben, z. B. ein Hund, indem er das ihm zugeworfene Fleisch mit dem Maule auffängt. Niemand kann daran zweifeln, daß Hunde, Katzen, Pferde das, was sie hören und riechen, nicht in sich, sondern außer sich im Raume suchen.

Wir haben uns daher in Acht zu nehmen, folgende Vorgänge in uns nicht mit einander zu verwechseln:

1) die Bewegungen in den uns umgebenden Körpern, die sich in die Materie unserer Sinnorgane hinein fortsetzen;
2) die Bewegungen in unseren Nervenfäden, die von jenen Bewegungen verursacht werden, aber von anderer Art sind;
3) die Veränderungen in unserm Bewußtsein, welche durch die Nervenbewegungen angeregt werden und die wir *Empfindungen* nennen;
4) die Vorstellung der Empfindungen in den Categorien der Zeit, des Raums und der Zahl;
5) die abstracten Begriffe der genannten und aller andern Categorien, so wie die durch ihre Zusammensetzung entstehenden *Begriffe*.

Damit die Vorstellung einer Empfindung zu Stande komme, muß die Aufmerksamkeit auf die vorzustellende Empfindung hingewendet werden, während die Empfindung allein auch zu Stande kommt, wenn wir unsere Aufmerksamkeit mit aller Anstrengung auf einen andern Gegenstand richten. Empfindungen, die wir uns in den Categorien des Raums, der Zeit und

der Zahl vorgestellt haben, werden leichter im Gedächtnisse aufbewahrt, dagegen machen reine Empfindungen, die man sich nicht vorgestellt hat, keinen dauernden Eindruck und können sich daher nicht leicht assoeiiren. Jeder macht die Erfahrung, daß viele Gegenstände in sein Auge fallen, während er nur die wenigen sieht, auf die er seine Aufmerksamkeit richtet, und daß, während er eifrig beschäftigt ist, so mancher Schall in sein Ohr dringt, ohne daß er ihn hört. Es fragt sich hier, ob jene Eindrücke gar nicht zum Bewußtsein gekommen sind und also nur Nervenbewegungen, aber keine Veränderung im Bewußtsein angeregt haben. Ich glaube annehmen zu dürfen, daß jene Eindrücke wirklich eine Veränderung im Bewußtsein erzeugen, diese aber keine Spur hinterlassen und daher uns alsbald entschwinden. Die durch die Einwirkung auf unsern Körper angeregte Nervenbewegung kann, wenn sie stark genug ist, länger dauern als die Einwirkung, und daher können wir uns eine Empfindung bisweilen noch vorstellen, wenn die äußere Bewegung schon vorüber ist. Wir können beim Blitze eine Gegend sehen und beim electrischen Funken einige Buchstaben lesen, ungeachtet beide nur momentan sind.

Ich kann, während ich die Schläge einer Uhr zähle, auch die Gestalt der Lichtflamme sehen und die Gestalt eines Körpers fühlen, den ich in der Hand halte, und es scheint hiernach, daß man zu gleicher Zeit verschiedene Empfindungen sich vorstellen könne. Ein solcher Versuch reicht aber nicht aus das zu beweisen, denn es läßt sich denken, daß unsere Aufmerksamkeit in den Zwischenzeiten zwischen den Pendelschlägen auf die Lichtflamme, und dann wieder auf die Gestalt des fühlbaren Körpers gerichtet werde, und dieses Hin- und Herwenden der Aufmerksamkeit so schnell und so oft wiederholt werde, daß es uns vorkommt, als stellten wir uns gleichzeitig und ohne Unterbrechung alle diese 3 Empfindungen vor. Wie wenig Zeit zur Vorstellung einer Empfindung nöthig ist, sieht man bei geübten Correetoren, welche die zu eorrigirenden Druckbogen ziemlich schnell lesen und doch sich jeden Buchstaben genau genug vorstellen, um auf die vorhandenen Fehler aufmerksam zu werden. Beim Sehen kann ich beweisen, daß der Theil der Nervenhaut des Auges, mit dem wir deutlich sehen, nur etwa $\frac{1}{3}$ Linie groß ist. Wir müssen daher unser Auge von einem Theile zum andern wenden, damit sich nach und nach jeder Theil eines größeren Gegenstandes auf dieser kleinen sehr empfindlichen Stelle der Nervenhaut abbilde. Dessen ungeachtet glauben wir gleichzeitig Körper zu übersehen, die sich auf einmal gar nicht auf jener Stelle der Nervenhaut abbilden können. Was wir suceessiv vollbringen, glauben wir gleichzeitig auszuführen; die genaueren Untersuchungen von Bessel*) scheinen im Gegentheile zu beweisen, daß man sich nicht völlig gleichzeitig eine Gesichtsempfindung und eine Gehörsempfindung vorstellen könne. Bei den mit dem Passageinstrumente auszuführenden Beobachtungen kommt es darauf an, daß der Astronom zweimal die Entfernung eines Sterns von einem im Fernrohre ausgespannten Faden schätzt, vor welchem der Stern vorbeigeht und bestimmt, wie weit der Stern vom Faden entfernt war beim ersten Pendelschlag der Uhr, ehe er den Faden erreicht hatte, und wie weit beim

*) Bessel, astronomische Beobachtungen. VIII. Abtheilung. Königsberg, 1823. Einleitung. Der Unterschied zeigte sich zwischen Bessel und andern Beobachtern bis etwas über 1 Secunde. — Struve, Expedition chronométrique exécutée en 1843 entre Poulkova et Altona. St. Pétersbourg 1844, Pag. 29. Bei den hier mitgetheilten Beobachtungen geht der Unterschied nicht über $\frac{3}{10}$ einer Secunde.

zweiten Pendelschlage, nachdem er den Faden passirt hatte. Hierbei zeigt es sich nun, daß die Beobachtungen auch der geübtesten Beobachter nicht unbeträchtlich von einander abweichen, weil, wie Bessel behauptet, der eine erst den Pendelschlag hört, und dann die Entfernung sieht, der andere dagegen erst die Entfernung des Sterns von den Fäden sieht, und dann den Pendelschlag hört.

Bessel's Annahme scheint durch folgende von mir gemachte Beobachtung bestätigt zu werden, welche zu beweisen scheint, daß man nicht vermag, sich zwei verschiedene Gehörempfindungen, von welchen die eine im rechten, die andere im linken Ohre entsteht, in ihren Zeitverhältnissen gleichzeitig vorzustellen. Wenn ich zwei Taschenuhren, deren Schlag nicht genau dieselbe Geschwindigkeit hat, nahe vor ein Ohr halte, so daß ihr Schlag nur mittelst dieses Ohrs und nicht durch das andere gehört wird, so unterscheide ich die Perioden, wo die Schläge beider Uhren zusammenfallen, von den Perioden, wo die Schläge der einen Uhr zwischen die Schläge der andern fallen, und kann sie als einen sich wiederholenden Rhythmus auffassen. Halte ich dagegen vor jedes Ohr eine Uhr, so nehme ich zwar wahr, daß die eine geschwinder schlägt als die andere, bin aber nicht im Stande, jenen sich wiederholenden Rhythmus aufzufassen, und der Schlag beider Uhren macht daher einen ganz andern Eindruck, als im ersten Falle. Aus demselben Grunde ist man verhindert den Herzschlag zu hören und zugleich den Pulsschlag zu fühlen.

Ueber die Ursachen, warum wir nur manche Empfindungen auf äußere Objecte beziehen können.

Aber nicht vermittelst aller Theile unsers Körpers, sondern nur vermittelst der Sinnorgane bekommen wir Empfindungen, die wir so auszulegen vermögen, daß wir die auf uns einwirkenden Dinge von unsern empfindlichen Theilen unterscheiden und sie als Objecte wahrnehmen, welche unsere Organe berühren, oder sogar durch größere Strecken des Raums von ihnen getrennt sind. Mit der einen Hand können wir die andere, mit der Zungenspitze können wir die Zähne, und umgekehrt mit den Zähnen die Zungenspitze in unserm Munde befühlen, und als äußere Gegenstände wahrnehmen. Auf gleiche Weise würden wir viele im Innern unsers Körpers gelegene Theile durch die benachbarten Theile, welche auf sie drücken und sich dabei bewegen, befühlen können, und eine Kenntniß von der Gestalt und Lage derselben erlangen, wenn die innern Theile mit den Einrichtungen des Tastorgans versehen wären.

Aber unsere Sinnorgane sind nicht nach Innen, sondern nach Außen gerichtet, damit die Seele die Eindrücke der äußeren Welt empfinge, wobei sie sehr gestört werden würde, wenn die Vorgänge in unserm Innern immerfort ihre Aufmerksamkeit auf sich zögen. Ein Darm berührt den andern und reibt sich an ihm, die Lungen reiben sich an der die Brusthöhle überziehenden Haut der Pleura, ein Muskel drückt auf den andern und reibt sich an ihm, aber wir haben keine Empfindung davon. Es ist schon oben bemerkt worden, daß wir das Zwerchfell, diese große gekrümmte muskulöse Haut, welche die Bauchhöhle von der Brusthöhle trennt, willkürlich bewegen, und dadurch die großen und schweren Organe, den Magen, die Leber und die Milz mit großer Kraft in die Bauchhöhle hinabdrücken können, so daß sich die nachgebenden Wände des Bauchs anspannen, z. B. beim

Einathmen oder bei der Anstrengung zum Stuhlgange, und daß wir dessen ungeachtet mit der größten Aufmerksamkeit nichts von der Existenz des Magens, der Leber und Milz wahrnehmen und gar nicht fühlen, daß irgend etwas unserm Zwerchfelle gegenüber liegt. Wir fühlen in der That nur, daß wir bald eine größere, bald eine geringere Anstrengung machen, und empfinden zugleich die zunehmende Ausspannung der Haut des Unterleibes, welche durch die herabgedrückten Unterleibsorgane hervorgebracht wird. Und doch ist das Zwerchfell nicht unempfindlich. Wir können darin heftige rheumatische Schmerzen bekommen und haben auch eine Empfindung von dem Grade der Anstrengung, mit welcher wir dasselbe bewegen, aber keine von dem Drucke, den es erleidet, wir haben überhaupt keine Empfindung in demselben, wodurch wir uns eine Vorstellung von seiner Gestalt und Lage bilden könnten. So Mancher, der keine anatomischen Kenntnisse besitzt, befindet sich in dem Irrthume, das Zwerchfell dränge beim Einathmen die Theile in der Brust in die Höhe, während es dann bekanntlich im Gegentheile die Organe in der Unterleibshöhle abwärts drängt.

Worin liegt nun die Ursache, daß das Empfindungsvermögen nur in manchen Theilen so ausgebildet werden kann, daß wir Objecte wahrnehmen, und daß es in andern Theilen bei der größten Mühe und Aufmerksamkeit unmöglich ist, so daß wir daselbst nur eine Veränderung unsers eignen Empfindungszustandes fühlen?

Die Ursache liegt darin, daß die letzteren Theile so eingerichtet sind, daß daselbst weder die eigne Bewegung unsers Körpers, noch die Bewegung der zu empfindenden Objecte eine hinreichend bemerkbare Abänderung der Empfindung hervorbringt. Die Bewegung unserer Organe, so wie die der zu empfindenden Objecte, kann aber auf eine doppelte Weise eine Abänderung der Empfindung hervorbringen, dadurch, daß die Empfindung stärker und schwächer wird, und dadurch, daß zu Folge der Bewegung andere und andere Theile des empfindlichen Organs auf eine von uns unterscheidbare Weise afficirt werden. In Theilen, wobei das nicht der Fall ist, gelingt es nicht, die Empfindungen so auszulegen, daß man Objecte wahrnimmt. Das Zwerchfell z. B. kann zwar absichtlich bewegt werden, aber es fehlen ihm die Einrichtungen, wodurch die verschiedenen Grade des Widerstands (Drucks), die es bei seiner mehr oder weniger kraftvollen Bewegung erleidet, unterschieden werden können, so wie auch die Einrichtungen, wodurch unterschieden werden kann, ob dieser oder jener Theil des Zwerchfells einen Druck erleidet.

Damit aber die Eindrücke, welche benachbarte Theile eines Organs treffen, nicht dieselbe Empfindung, sondern mehrere unterscheidbare Empfindungen hervorbringen, ist eine besondere Einrichtung des empfindlichen Theils nöthig, und eben so erfordert es eine besondere Einrichtung desselben, damit schon schwache Eindrücke so deutlich empfunden werden, daß man viele verschiedene Grade der Stärke derselben unterscheiden könne.

Wir machen die Bemerkung, daß die Sinnorgane bei gleicher Oberfläche viel zahlreichere Nervenfäden besitzen als andere Theile, und haben Ursache zu vermuthen, daß die Nervenfäden derjenigen Sinnorgane, welche außer den besonderen Empfindungen, die sie uns verschaffen, der Sitz eines feineren Ortsinns sind, so geordnet sind, daß die Ordnung der peripherischen Enden derjenigen Ordnung in gewissem Grade entspricht, die sie an ihrer centralen Endigung haben, während die Nervenfäden in den Stäm-

men dieser Nerven in keiner bestimmten Ordnung liegen und daher nicht immer denselben Weg nehmen. Nur die dem Willen unterworfenen Muskeln stehen den Sinnorganen, hinsichtlich der großen Zahl der Nervenfäden, die sie besitzen, zur Seite, aber hier sind es nicht die Empfindungsnerven, sondern die Bewegungsnerven, welche so zahlreich sind. Denkt man sich alle Muskelnerven, alle Nerven der mit Tastsinn versehenen Haut, und die andern Sinnesnerven für das Gesicht, für das Gehör, für den Geschmack und für den Geruch hinweg, so bleiben für alle übrigen empfindlichen Theile außerordentlich wenig Nerven übrig. Je dichter gedrängt die Fäden der Empfindungsnerven in den Tastorganen liegen, desto mehr können die Empfindungen schon auf kleinen Theilen dieser Organe local unterschieden werden. An den Fingerspitzen und an der Zungenspitze, welche dichter gedrängte Nervenfäden besitzen, können z. B. die Eindrücke schon auf so kleinen Theilen des Organs local unterschieden werden, auf welchen sie auf dem Arme oder auf dem Rücken, wo die Nervenfäden weitläuftiger sind, nicht unterschieden werden können. Ziemlich kraftvolle Bewegungen der schweren Körper sind erforderlich, um mittelst der Tastorgane eine Empfindung zu erregen, viele weniger kraftvolle Bewegungen der schweren Körper bringen im Gehörorgane die Empfindung des Schalls hervor, nur in dem Auge können die äußerst schwachen und schnell wiederholten Bewegungen des imponderablen Lichtäthers, welche die Ursache des Lichts sind, eine Empfindung erwecken, die doch den leichtesten Körper, z. B. ein Sonnenstäubchen, nicht in eine merkliche Bewegung versetzen können. Je schwächer die Bewegungen sind, die noch einen merklichen Eindruck hervorbringen sollen, desto dichter liegen die äußern Enden der Empfindungsnerven. Zwischen den Enden der Tastnerven ist viel unempfindlicher Stoff; an den Orten, wo sich die Gehörnerven im Labyrinthe des Gehörorgans endigen, liegen die Nervenfäden sehr dicht, am dichtesten mögen sie an der empfindlichsten Stelle der Nervenhaut, in der Augenaxe des Auges liegen.

Aus den oben mitgetheilten Erfahrungen geht hervor, daß die in uns erweckte Vorstellung der Bewegung und die Unterscheidung, ob unsere Organe ruhen und die zu empfindenden Körper sich bewegen, oder ob die zu empfindenden Körper ruhen und unsere Organe sich bewegen, uns veranlassen, unser Subject von den Objecten, oder was dasselbe ist, die die Empfindung vermittelnden Organe von den auf sie wirkenden Körpern als räumlich getrennte Dinge zu unterscheiden. *Wo daher die eigne Bewegung unserer Organe, oder die Bewegung der zu empfindenden Objecte keine hinreichend bemerkbare Abänderung der Empfindung hervorbringt, gelingt es uns nicht, auch bei der größten Aufmerksamkeit, die Objecte von unsern empfindlichen Theilen zu unterscheiden.*

Eine Abänderung der Empfindung durch jene Bewegungen wird hervorgebracht, wenn Eindrücke, die sonst völlig gleich sind, sich unterscheiden lassen, weil sie auf 2 verschiedene Theile unsers Körpers gemacht werden. Hierzu ist erforderlich, daß die beiden Theile ihre Empfindlichkeit nicht einem und demselben elementaren Nervenfaden verdanken. Damit dieses Ortgefühl noch mehr vervollkommnet werde und ein Ortsinn entstehe, scheint eine besondere Einrichtung im Nervensysteme erforderlich zu sein, die darin besteht, daß das empfindliche Organ in kleine neben einander liegende Abtheilungen (Gefühlkreise) getheilt ist, von welchen jede einen besondern Nervenfaden bekommt, der getrennt von andern Nervenfäden bis zum Gehirne

läuft. Zugleich darf man vermuthen, daß die von jenen Abtheilungen ausgehenden Nervenfäden in einer ähnlichen Ordnung im Gehirne, als in dem empfindlichen Organe neben einander liegen. Manche Erscheinungen, die man bei der durch einen Bluterguß im Gehirne entstehenden halbseitigen Lähmung beobachtet, deuten darauf hin. Das Ortgefühl in unvollkommenem Zustande finden wir nicht nur in allen Sinnorganen, sondern auch in Theilen, die nur Gemeingefühl besitzen. Einen ausgebildeten Ortsinn finden wir aber nur in den Gesicht- und Tastorganen, und zwar bei weitem am vollkommensten im Gesichtorgane. Meine weiter unten mitzutheilenden Versuche und Messungen haben bewiesen, daß der Ortsinn in den verschiedenen Theilen der Haut selbst wieder in sehr verschiedenem Grade ausgebildet ist, so daß er an der Zungenspitze mehr als 50 mal feiner ist, als auf unserem Rücken oder auf der Mitte des Oberarms und Oberschenkels. Auch im Auge ist derselbe da, wo die Augenaxe die Nervenhaut schneidet, sehr viel feiner als an den Theilen derselben, die von der Augenaxe entfernter sind, und zwar desto unvollkommner und stumpfer, je entfernter die Theile der Nervenhaut von jenem mit dem schärfsten Ortsinne versehenen Theile derselben sind. Im Gehörorgane ist das Ortgefühl so unvollkommen, daß man nur unterscheiden kann, ob der Eindruck auf das rechte oder auf das linke Ohr gemacht wird, nicht aber, ob er den Gehörnerven in der Schnecke oder im Vestibulum trifft. Das Geschmackorgan ist zugleich Tastorgan, und hat als solches einen feinen Ortsinn, nicht aber als Geschmackorgan. Das Ortgefühl kommt in unvollkommnem Grade auch Theilen zu, die vom sympathischen Nerven ihre Nerven erhalten, z. B. der Milz, der Leber, den Nieren u. s. w. Der Ortsinn scheint desto feiner zu sein, je kleiner die neben einander liegenden Abtheilungen des Sinnorgans sind, von welchen jede ihren besondern Nervenfaden hat, und also je dichter gedrängt die peripherischen Enden der Nervenfäden nebeneinander liegen, die isolirt zum Gehirne gehen. Mit den Augen und Tastorganen, die allein der Sitz eines ausgebildeten Ortsinns sind, unterscheiden wir auch unstreitig die zu empfindenden Objecte zuerst und am deutlichsten von uns selbst, als räumlich von uns geschiedene Dinge. Nachdem wir, unterstützt durch diese Sinne, eine Vorstellung von der Bewegung bekommen haben, und uns ferner der Bewegungen bewußt worden sind, die wir selbst hervorbringen, haben wir auch das Gehörorgan und Geruchorgan so mit Absicht bewegen gelernt, daß wir auch den Schall und die Gerüche als Objecte von uns selbst zu unterscheiden vermögen. Wären wir wie eine Auster angewachsen und unbeweglich, und könnten wir die Geruchempfindungen nicht verstärken und schwächen, indem wir uns der Quelle der Gerüche zuwenden und von ihr abwenden, oder indem wir die Gerüche durch Einathmen schneller einziehen, oder durch Unterlassen des Einathmens einzudringen verhindern, so würden wir die Gerüche nur für Veränderungen unsers Empfindungszustandes halten, keineswegs für Objecte.

Die Empfindungen, welche wir mittelst des Gesicht- und Tastsinns empfangen, sind also im Raume scharf begrenzt, wir können auf der Haut 2 Eindrücke noch deutlich unterscheiden, auch wenn sie auf 2 einander ziemlich nahe gelegene Theile der Haut gemacht werden und sonst völlig gleich sind. Indem wir nur mit unserm Finger unsere Haut berühren und denselben oft auf der Haut fortbewegen, lernen wir einerseits die Lage der kleinen Abtheilungen der Haut kennen, in welchen wir die Ein-

drücke unterscheiden können, wir machen die Erfahrung, welche von diesen kleinen Abtheilungen der Haut neben einander liegen, und welche durch andere Abtheilungen von einander getrennt sind; andererseits werden wir uns bewußt, welche Anstrengung des Willens erforderlich ist, um den Finger so zu bewegen, daß er dieselben Abtheilungen der Haut in derselben Aufeinanderfolge berühre, und so lernen wir unsern Finger absichtlich bewegen, indem wir die Bahn, die derselbe auf der Haut beschreibt, empfinden. Durch den Ortsinn in unserer Haut lernen wir die Bewegung unserer Glieder kennen, und durch die von unserm Willen abhängende Bewegung der Glieder lernen wir unsere Haut kennen und orientiren uns auf derselben. Beide Fähigkeiten, von Anfang äußerst beschränkt, vervollkommnen sich gegenseitig durcheinander. Nachdem wir uns über die Lage der kleinen Abtheilungen der Haut unterrichtet haben, können wir, auch ohne unsere Tastorgane zu bewegen, die Gestalt eines Körpers fühlen, der unsere Hohlhand berührt, z. B. den kreisförmigen Querschnitt einer cylindrischen Blechröhre, und eben so den vierseitigen oder dreiseitigen Querschnitt einer vierseitigen oder dreiseitigen Blechröhre. Aus der Lage der gedrückten Theile unserer Haut können wir auf die Lage der drückenden Theile des uns berührenden Körpers schließen, aus der Druckfigur auf unserer Haut folgern wir die Figur des drückenden Körpers. Da die Einrichtungen für den Ortsinn auf der Mitte der Nervenhaut des Auges mehr als 100 mal feiner sind als auf dem Theile der Haut, der am feinsten empfindet, so lernen wir frühzeitig das Auge absichtlich bewegen und die Lage der daselbst so äußerst dicht liegenden empfindlichen Punkte kennen. Wir lernen die Augen so richten, daß sich die Gegenstände, auf die wir aufmerksam sind, auf der Mitte der Nervenhaut abbilden, die den feinsten Ortsinn hat, und wo wir die Dinge am schärfsten sehen. Hierdurch erfolgt von selbst, daß sich die Augen so einstellen, daß sich die verlängerten Augenaxen auf dem zu sehenden Gegenstande kreuzen. Wir lernen den Unterschied, ob sich die Bilder auf unserer Nervenhaut bewegen, weil unser Auge sich bewegt, oder weil die sichtbaren Dinge sich bewegen, während unser Auge ruht. Aus der Lichtfigur auf der Nervenhaut des Auges schließen wir auf die Figur des Licht ausschickenden Körpers.

Die Empfindungen, die uns die Sinnorgane verschaffen, zeichnen sich aber auch dadurch aus, daß *sie in der Zeit sehr scharf begrenzt sind, d. h. daß sie augenblicklich mit der Einwirkung auf das Sinnorgan entstehen, und nicht viel länger fortdauern als die Einwirkung*. Das ist mit vielen andern Empfindungen nicht der Fall. Alle Schmerzen dauern länger fort als die Einwirkung, die sie verursachen, die Empfindung in der Nase, die das Niesen zur Folge hat, der Kitzel an der Lippe, die man mit einem kleinen Körper leise berührt, der Schauder, wenn man mit der Fahne einer Feder leise über den nackten Rücken streicht, dauern alle länger fort als die Einwirkung, und manche von diesen Empfindungen entstehen nicht augenblicklich bei der Einwirkung.

Das Gehörorgan steht darin, daß die Empfindungen, die es uns verschafft, in der Zeit sehr scharf begrenzt sind, unter allen Sinnorganen oben an. Aber auch das Auge und der Tastsinn leisten darin viel. Man sieht leicht ein, um wie viel untauglicher die Haut und das Auge sein würden, uns die Vorstellung der Bewegung zu verschaffen, wenn der auf einen empfindlichen Punkt gemachte Eindruck längere Zeit fortdauerte, und

daher die successiv auf nebeneinander liegende Theile gemachten Eindrücke als gleichzeitige erschienen. Beim Auge ist das bei einer sehr schnellen Bewegung einer glühenden Kohle im Kreise im Finstern der Fall, und in der That, es wird dann auch die Bewegung der Kohle nicht wahrgenommen, sondern wir sehen einen ruhenden leuchtenden Kreis.

Die Empfindungen, die uns die Sinnorgane verschaffen, zeichnen sich ferner dadurch sehr aus, daß sehr schwache Einwirkungen auf dieselben, die nicht im mindesten verletzend sind, doch sehr deutlich empfunden werden, so daß wir viele Grade der Empfindungen ganz bestimmt unterscheiden und sogar abmessen, und unzählige qualitative Verschiedenheiten wahrnehmen können. Wie unzählige Verschiedenheiten in der Qualität und Stärke der Farbe, der Töne, der Geruch- und Geschmackempfindungen nehmen wir wahr! Hierdurch wird es unter andern möglich, die kleinen Veränderungen in der Stärke der Empfindung zu unterscheiden, die dadurch entstehen, daß wir uns dem Gegenstande nähern oder uns von demselben entfernen, oder unser Sinnorgan ihm zuwenden oder von ihm abkehren.

Wir unterscheiden allerdings auch bei den Gemeingefühlen Grade, z. B. bei den Schmerzen, aber wie unvollkommen, wenn wir sie mit den zahlreichen Temperaturgraden oder den Graden des Drucks vergleichen, die wir durch den Tastsinn beobachten und gleichsam abmessen. Wenn ein warmer Körper keinen Schmerz erregt, können wir, wie unten bewiesen werden wird, einen Temperaturunterschied deutlich wahrnehmen, der nur $0,^{0}3$ C oder $0,^{0}2$ C beträgt; wenn aber die Temperatur des warmen Körpers Schmerz erregt, so ist an eine solche feine Unterscheidung der Grade nicht mehr zu denken. Wir können dann sogar sehr grobe Unterschiede nicht mehr bemerken. Man hat auch qualitativ verschiedene Schmerzen unterschieden und von brennenden, drückenden, bohrenden, schneidenden und vielen andern Schmerzen gesprochen. Allein es ist noch sehr zu bezweifeln, ob es qualitativ verschiedene Schmerzen giebt, und ob nicht alle Verschiedenheiten derselben auf der verschiedenen Stärke, Ausdehnung und Dauer der Schmerzen beruhen. Die Zahnschmerzen, welche Kälte, Wärme und Druck bei entblößtem Zahnkeime verursachen, sind nicht qualitativ verschieden. Es ist derselbe Schmerz. Viel kommt bei den verschiedenen Arten des Schmerzes und überhaupt des Gemeingefühls darauf an, ob der Ort des Schmerzes eine kleine oder große Ausdehnung hat, ob die Empfindung abwechselnd an vielen unterscheidbaren Orten entsteht, sehr kurz dauert und sich schnell wiederholt, z. B. wie das Prickeln beim Einschlafen der Glieder, oder ob er lange dauert und dabei allmälig zu- und abnimmt. So viel ist gewiß, daß die qualitativen Unterschiede der Schmerzen und anderer Gemeingefühlsempfindungen viel weniger zahlreich sind, als die der Sinnesempfindungen.

Sehr wichtig ist es, daß die Eindrücke, welche die Sinnesempfindungen erwecken, nicht nur an sich sehr schwach sind, sondern daß auch an den Sinnorganen hin und wieder besondere Einrichtungen getroffen sind, welche verhindern, daß dieselben in der Stärke ein gewisses Maaß überschreiten.

Die Heftigkeit vieler Empfindungen, die uns das Gemeingefühl verschafft, bewirkt, daß die Seele gehindert wird, so ruhig Reflexionen über dieselben zu machen, wie erforderlich ist, um die Empfindungen auf Objecte zu beziehen. Vielmehr wird die Aufmerksamkeit der Seele durch

Schmerzen mit Gewalt auf ihren eignen leidenden Zustand und auf den ihres Körpers gerichtet, und dadurch bewirkt, daß die Empfindungen nicht die Thätigkeit des Erkenntnißvermögens, sondern des Begehrungsvermögens erwecken, so daß wir angetrieben werden, uns durch instinctartige oder absichtliche Bewegungen dem Schmerz zu entziehen.

Es giebt überhaupt viererlei Verhältnisse, unter welchen wir die Empfindungen nicht auf äußere Objecte beziehen können, und sie also zu den Gemeingefühlsempfindungen rechnen:

1) wenn die Empfindungen nicht durch äußere Körper, sondern durch innere Ursachen in unsern Organen angeregt werden, z. B. durch eine Substanzveränderung der Muskeln bei ihrer Ermüdung, durch eine Veränderung der Ernährung der Theile, vermöge eines übermäßigen Blutandrangs, z. B. durch Entzündung, oder weil Gifte ins Blut gelangen und von den Blutgefäßen aus mit den Theilen unsers Körpers, namentlich mit den Nerven, in Berührung kommen, oder weil in uns durch Mangel an Nahrung und Getränk Veränderungen in unserm Körper entstehen;
2) wenn die Eindrücke zwar durch äußere Ursachen hervorgebracht werden, aber in Organen, welche nicht die passende Organisation haben, damit wir den örtlichen Unterschied der Eindrücke, die Grade und vielen Qualitäten der Empfindungen wahrnehmen können;
3) wenn die Eindrücke zwar durch äußere Ursachen hervorgebracht werden und auf geeignete Sinnorgane geschehen, aber so heftig sind, daß sie nicht blos die Enden der Nerven, sondern auch ihre Stämme treffen, Schmerz erzeugen, dadurch das Begehrungsvermögen der Seele anregen und die ruhige Reflexion verhindern;
4) wenn Eindrücke, die irgendwo auf die Nerven gemacht worden sind, nicht nur auf die gewöhnliche Weise zu einem bestimmten Theile des Gehirns fortgepflanzt werden, sondern von diesem Theile auf andere Theile des Körpers, namentlich auch des Gehirns übertragen werden, und dadurch neue Empfindungen als eine Nebenwirkung erzeugen, z. B. wenn Schauder entsteht, indem wir mit der Fahne einer Feder auf dem nackten Rücken gestrichen werden, wenn Kitzel entsteht, wenn ein kleiner Körper unsere Oberlippe leise berührt.

Einrichtungen an den peripherischen Enden der Sinnesnerven zur Aufnahme der Eindrücke, welche Sinnesempfindungen erzeugen sollen.

Damit sehr verschiedene in der Natur existirende Bewegungen specifisch verschiedene Empfindungen verursachen können, und damit so zahlreiche Grade der Stärke der Empfindungen deutlich unterschieden und abgemessen werden können, müssen, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, an den peripherischen Enden der Nerven besondere Organe, Sinnorgane, angebracht sein, die durch jene verschiedenartigen Bewegungen, den verschiedenen Graden der Stärke entsprechend, in Bewegung gesetzt werden, und mit den Nerven in einer solchen Verbindung stehen, daß sie durch die Bewegung, in die sie gerathen, eine entsprechende Veränderung in letzteren verursachen. Viele Bewegungen in der Natur werden schon deswegen nicht empfunden, weil es an den peripherischen Enden der Nerven an geeigneten

Sinnorganen fehlt. So sind wir fortwährend den magnetischen Einflüssen der Erde ausgesetzt, die tägliche Veränderungen erleiden. Die magnetischen Gewitter gehen aber an uns vorüber, ohne daß wir das Geringste davon merken. Eben so würden die electrischen Gewitter an uns unbemerkt vorübergehen, wenn wir nicht einige Nebenerscheinungen der Electricität durch Auge und Ohr wahrnähmen. Ganz anders würde es sich verhalten, wenn an den peripherischen Enden mancher Nerven magnetisirbare Körper so angebracht wären, daß sie durch den Magnetismus der Erde in Bewegung gesetzt würden, und daß sie dadurch eine Veränderung in den Nerven hervorbringen könnten. Wir würden dann die Himmelsrichtungen durch ein Gefühl unterscheiden. Die an den peripherischen Enden der Sehnerven angebrachten Sinnorgane sind so eingerichtet, daß sie die Lichtschwingungen concentriren und ihnen die passende Richtung geben, und dadurch eine Veränderung in den peripherischen Enden des Sehnerven hervorbringen, welche die Empfindungen von Licht und Farbe erzeugt. Aber diese können nur durch die transversalen, nicht durch die longitudinalen Schwingungen des Lichtäthers gerührt werden, und sind nicht so eingerichtet, daß die in den Augapfel eindringenden Schallschwingungen eine solche Veränderung im Sehnerven hervorbringen können, daß dadurch eine Empfindung entstünde. Denn wenn ich eine tönende Stimmgabel mit dem Ende ihres Stiels an meinen Augapfel bringe, so muß sich die Schwingung durch den ganzen Augapfel fortpflanzen. Man fühlt zwar dann das Beben mit der Haut der Augenlider, aber die Nervenhaut des Auges und der Sehnerv werden dadurch nicht so afficirt, daß irgend eine Empfindung entsteht, weder eine Lichtempfindung, noch eine Schallempfindung, noch eine Tastempfindung, noch endlich ein Schmerz, und dasselbe scheint auch von andern Sinnorganen zu gelten: jedes derselben ist nur geeignet, von einer gewissen Classe von Bewegungen gerührt zu werden. Daß hierbei wirklich den an den Enden der Nerven angebrachten Sinnwerkzeugen an dem Erfolge ein wichtiger Antheil zuzuschreiben sei, sieht man daraus, daß die Tastnerven ohne die an ihnen angebrachten Sinnorgane uns nicht die Empfindung von Druck und Wärme und Kälte, und daß die Gehörnerven, ohne die an den Enden derselben angebrachten Sinnwerkzeuge uns nicht die Empfindung des Schalls verschaffen können. Daran, daß wir Geschmacks- und Geruchempfindungen haben könnten, wenn der Stamm des Geschmacknerven oder des Geruchnerven mit Geschmackstoffen und Geruchstoffen unmittelbar in Berührung käme, wird wohl Niemand denken, und eben so wenig hat man das Recht zu vermuthen, daß concentrirtes Licht, wenn es auf die frische Schnittfläche des Sehnerven eines lebenden Thiers fiele, Lichtempfindung erzeugen würde. Man hat keine Gelegenheit bei lebenden Menschen solche Versuche anzustellen. Bei den Tastnerven dagegen hat man diese Gelegenheit. Man kann die Wärme und Kälte so tief in den Körper eindringen lassen, daß sie bis zu den oberflächlich unter der Haut liegenden Stämmen der Tastnerven kommen. Man kann ferner Versuche an Theilen der Haut machen, wo die Tastorgane durch eine heftige und zugleich ausgedehnte Verbrennung zerstört worden waren. Meine weiter unten ausführlich mitzutheilenden Versuche hierüber beweisen, daß man in beiden Fällen die eigenthümliche Empfindung von Wärme und Kälte nicht hat, wenn Wärme und Kälte die Stämmchen der Tastnerven unmittelbar afficiren. Wenn ich nämlich die Spitze des Ellbogens in eiskaltes Wasser, z. B.

in einen Brei aus Schnee und Wasser tauche, so empfinde ich mittelst der Nervenfäden, die sich in dem eingetauchten Theile der Haut *endigen*, Kälte. Ungefähr nach 16 Secunden dringt aber die Kälte bis zu dem mehr unter der Haut liegenden Nervus ulnaris, der dichtgedrängte Tastnerven in großer Zahl enthält, und afficirt denselben *unmittelbar, ohne daß die an den Enden der Tastnerven angebrachten Einrichtungen die Einwirkung vermitteln.* Man sollte vermuthen, daß von dem Augenblicke an, wo die Kälte die Fäden des Nervus ulnaris erreicht, die Empfindung davon lebhafter werden würde, weil nun viel mehr Nervenfäden von ihr gleichzeitig afficirt werden als zuvor. Das ist aber nicht der Fall, sondern von dem Augenblicke an, wo der Nervenstamm unmittelbar von der Kälte afficirt wird, empfinden wir einen Schmerz, der mit der Empfindung der Kälte keine Aehnlichkeit hat und nicht auf den afficirten Theil beschränkt ist, sondern auch einen Theil des Unterarms und der Hand einzunehmen scheint. Wenn er längere Zeit gedauert hat, so schlafen diejenigen Finger und derjenige Theil der Hand, zu welcher sich der Nervus ulnaris verbreitet, ein. Es schien mir wünschenswerth, den Versuch auch mit schwachen Graden der Kälte, die keinen Schmerz verursachen, anzustellen, und auf eine solche Weise, daß die mit dem Tastsinn versehene Haut nicht zugleich afficirt würde. Dieses kann man durch kalte Klystiere erreichen. Denn der Mastdarm und die Flexura iliaca, wenn sie mit kaltem Wasser erfüllt und ausgedehnt werden, liegen den großen vorderen Aesten der Kreuznerven, und das Colon sinistrum liegt manchen Hautästen der Lendennerven so nahe, daß diese Nerven eine beträchtliche Temperaturveränderung erleiden müssen.

Dieser Versuch wurde bei zwei guten Beobachtern und an mir selbst angestellt. Der eine von ihnen hatte ungefähr 21 Unzen oder 360 Gramme Wasser, von einer Temperatur von + 15° R (18,2 C), durch ein Klystier erhalten, das Wasser erregte am After, als es eindrang und als es später wieder abging, ein starkes Gefühl von Kälte. Im Innern des Bauchs aber, oder in der Beckenhöhle, hatte der Beobachter kein Gefühl von Kälte, sogar dann nicht, als ihm bei einem zweiten Versuche Wasser von + 6° R (7°,5 C) beigebracht wurde. Dasselbe beobachtete an sich der zweite Beobachter, als ihm Wasser, welches die Stubentemperatur hatte, beigebracht wurde. Ich selbst fühlte, als ich durch ein Klystier ungefähr 14 Unzen (420 Gramme) Wasser, von der Temperatur von + 15° R (18,2 C), aufnahm, und ebenso als dasselbe wieder abging, eine starke Kälte am After, und glaubte, als sich die Gedärme damit füllten, im Bauche einige Bewegung zu fühlen und eine sehr schwache fast unmerkliche Empfindung von Kälte zu haben, die allmälig nach der Mitte des Bauchs fortzuschreiten schien. Als ich aber bei einem zweiten Versuche dieselbe Menge noch kälteres Wasser von + 6° R (7°,5 C) aufnahm, hatte ich kein deutliches Gefühl von Kälte, wohl aber glaubte ich ein schwaches Gefühl zu haben, das ich so deutete, als ob es von dem Einströmen des Wassers in die Gedärme entstanden sein könne. Nachdem einige Zeit vergangen war, glaubte ich eine schwache Kälte wahrzunehmen und zwar mehr in der Gegend der vorderen Bauchwand als in der des Rückens. Da diese Spur der Kälte von dem an der Bauchwand anliegenden Colon bis zur äußeren Haut gedrungen sein, und daselbst mittelst der Tastorgane der Haut einen Eindruck auf die Enden der Tastnerven gemacht haben konnte, so wurde, um eine solche Vermuthung zu bestätigen oder zu widerlegen, ein Ther-

mometer auf den Theil der Bauchwand gelegt, welcher inwendig mit dem Colon sinistrum in Berührung ist, und hierauf mit Kleidungsstücken bedeckt. Es stieg in längerer Zeit nur bis auf + 27° R (33°,7 C), während es an demselben Orte am folgenden Tage bis auf + 28° R (35° C) stieg. Es schien also in der That so, als ob die Haut an jenem Theile der Bauchwand um 1° R abgekühlt worden.

So viel ist gewiß, daß, wenn die erwähnten großen Nervenstämme, die so unzählige Tastnerven einschließen, fähig wären, ohne Beihülfe von Tastorganen den Eindruck der Kälte aufzunehmen und uns die Empfindung der Kälte zu verschaffen, eine starke Kälte hätte empfunden werden müssen. Es bestätigen daher die mitgetheilten Versuche den Satz, daß die Kälte, wenn sie unmittelbar auf die Nervenstämme einwirkt, nicht die Empfindung der Kälte hervorbringt. Wenn ich gleichzeitig die Haut und den Nervus ulnaris am Condylus internus ossis brachii bei mir selbst gleichmäßig drücke, so empfinde ich mittelst der in der Haut am Ellenbogen eindringenden Tastnerven Druck, aber mittelst des Stammes des Nervus ulnaris empfinde ich entweder gar nichts, oder, wenn der Druck einen gewissen Grad erreicht, Schmerz, der nicht die mindeste Aehnlichkeit mit der Empfindung des Drucks hat, sondern wie Zahnschmerz ein eigenthümlicher Nervenschmerz ist, der sich an der Volarseite der Ulna herab bis zur Hand und sogar bis zu dem kleinen Finger zu erstrecken scheint. Also auch die Empfindung des Drucks und die Unterscheidung der so verschiedenen Grade desselben scheint nur möglich zu sein, wenn der Druck zunächst auf die Tastorgane und durch sie auf die Enden der Tastnerven wirkt, nicht aber, wenn die Tastnerven unmittelbar gedrückt werden. Wie oft müßten wir, wenn es sich anders verhielte, eine lebhafte Empfindung von Druck haben, da der Fall, daß ein Nervenstamm zufälligerweise in mäßigem Grade gedrückt wird, nicht selten vorkommt. Wenn ein starker Druck nicht plötzlich anfängt, so fühlen wir nicht einmal Schmerz, sondern das Glied schläft ein.

Ich werde weiter unten ausführlich die Experimente anführen, welche ich bei Patienten angestellt habe, deren Haut in beträchtlichen Strecken durch eine sehr heftige Verbrennung und durch die darauf folgende Eiterung zerstört worden war, und sich zum Theil wieder gebildet hatte. Sie führten zu dem Resultate, daß die Patienten mit den Theilen der Haut, deren Tastorgane zerstört und nicht vollkommen reproducirt worden waren, Wärme und Kälte nicht unterscheiden konnten. Daß große Narben der Haut, die nicht die Textur und die Farbe der Haut wieder bekommen haben, unfähig zum Tasten sind, dennoch aber unter Umständen leicht schmerzen, unter welchen in der gesunden Haut keine Schmerzen entstehen, ist eine bekannte Thatsache, die sich auch bei einigen von den erwähnten Patienten bestätigte. Einer von ihnen klagte über Schmerzen in der Narbe, die bisweilen durch den Witterungswechsel entstanden. Diese Erfahrungen erklären sich dadurch, daß zum Fühlen der Wärme und Kälte erfordert wird, daß die Ausdehnung und Zusammenziehung, welche Wärme und Kälte hervorbringen, zunächst auf die in der Lederhaut liegenden, uns freilich noch nicht bekannten, mikroskopischen Tastorgane und durch sie auf die Enden der Tastnerven wirken. Treffen Wärme und Kälte die Nerven unmittelbar,

so entsteht entweder gar keine Empfindung oder Schmerz. Bei dem Geruchsorgane kann schon eine kleine Veränderung, die das Flimmerepithelium der Schleimhaut erleidet, auf kurze Zeit den Verlust der Fähigkeit zum Riechen herbeiführen.

Ich habe durch Experimente bewiesen, daß man einem Menschen, der so auf dem Rücken liegt, daß die Nasenlöcher aufwärts gerichtet sind, Wasser durch ein Nasenloch in die Nase gießen und auf diese Weise beide Nasenhöhlen damit erfüllen kann, ohne daß das Wasser in den Schlund herabfließt. Unter diesen Umständen scheint sich nach Dzondi der arcus pharyngo-palatinus mittelst der in ihm liegenden Muskelfasern zusammenzuziehen, und den Ausgang aus dem obersten, hinter den Choanis narium gelegenen, Theile des Schlundes in den mittleren Theil desselben zu verschließen. Das Wasser tritt daher, nachdem es den obersten Theil des Schlundes angefüllt hat, in die Choana narium der andern Nasenhöhle hinauf, bis endlich beide Nasenhöhlen voll sind und das Wasser an beiden Nasenlöchern überläuft. Das Wasser mag nun die Temperatur des Bluts haben oder nicht, so hat der erwähnte Versuch jedesmal den Erfolg, die Fähigkeit zu riechen, nach Entfernung des Wassers, auf kurze Zeit, z. B. auf $\frac{1}{2}$ Minute und länger zu vernichten, so daß man weder Kölnisches Wasser, noch reine Essigsäure, noch Ammoniak riecht. Ich erkläre mir diesen merkwürdigen Erfolg so: die mit Cilien besetzten Epitheliumzellen leisten unstreitig beim Riechen wichtige Dienste. Die Zellen des Cylinderepithelium besitzen nämlich nach meinen Versuchen eine ungemeine Kraft, Wasser einzusaugen und verlieren dieselbe auf einige Zeit, wenn sie mit reinem Wasser in Berührung gekommen sind und sich damit erfüllt haben. Hierdurch werden sie unstreitig auf einige Zeit ungeeignet, diejenige Einsaugung zu bewirken, welche nöthig ist, damit die Riechstoffe auf die Nerven wirken können.

Es fehlt noch an genauen Beobachtungen darüber, ob nach dem Auslaufen des Glaskörpers aus dem Augapfel und nach dem Auslaufen des Wassers des knöchernen Labyrinths (wenn der Steigbügel aus der Fenestra ovalis herausgerissen wird) augenblicklich das Vermögen, Licht und Schall zu empfinden, verloren geht, man weiß nur, daß beide Verletzungen Blindheit und Taubheit herbeiführen. Bei der erwähnten Eröffnung der Fenestra ovalis wird aber der Gehörnerv selbst gar nicht verletzt. Da nun der Schall bekanntlich auf einem doppelten Wege zu dem Gehörnerven gelangen kann, durch die Luft des Gehörgangs und durch die Kopfknochen, so muß man schließen, daß die Taubheit in jenem Falle dadurch entsteht, daß durch das Ausfließen des Labyrinthwassers eine von den wesentlichen Einrichtungen vernichtet wird, welche die Uebertragung des Schalleindrucks auf den Gehörnerven möglich machen. Das Trommelfell kann zerstört und sogar der Hammer kann aus seiner Lage gerissen werden, ohne daß Taubheit eintritt, denn diese Hülfswerkzeuge vervollkommnen nur das Gehör. Man hört dann noch immer durch die Kopfknochen. Wenn man singt oder spricht und zugleich seine Hand auf den Scheitel legt, so fühlt man den Scheitel durch die Schallschwingungen erbeben. Der Schall dringt daher auf vielen Wegen durch die Knochen bis zu dem Gehörnerven und erschüttert ihn, aber diese Schwingungen bewirken ohne die Vermittelung der wesentlichen Hülfswerkzeuge keine Empfindung von Schall.

Fortleitung der in den Sinnesnerven hervorgebrachten Veränderung.

Die Eindrücke, welche die Nerven, unterstützt durch gewisse Hülfswerkzeuge, oder ohne solche Hülfswerkzeuge empfangen, scheinen durch die Nervenfäden nach dem Centrum des animalen Nervensystems hin fortgepflanzt werden zu müssen, damit sie zum Bewußtsein gelangen. Hiermit soll nicht gesagt sein, daß nur das Gehirn der Sitz der Seele sei, und daß die in den Sinnesnerven entstehenden Veränderungen keinen Einfluß auf das Bewußtsein äußerten, sondern nur, daß die Eindrücke ohne eine Fortpflanzung zum Gehirne nicht zum Bewußtsein kommen. Es versteht sich von selbst, daß wir uns unter dieser Fortpflanzung nicht eine Bewegung, wie die des Drucks, der Wärme, des Lichts, des Schalls und der Gerüche zu denken haben. Eine solche Annahme lassen die physikalischen Eigenschaften der Nerven nicht zu. Vielmehr müssen wir annehmen, daß in den Nerven eine Bewegung von eigenthümlicher Art durch sehr verschiedene Einflüsse angeregt werden könne, die sehr vieler Modificationen fähig ist und die wir im Bewußtsein als Wärmeempfindungen, Druckempfindungen, Lichtempfindungen, Schallempfindungen u. s. w. auffassen. Es ist wahrscheinlich, daß die Eindrücke der Wärme, der Kälte und des Druckes durch dieselben Fäden der Tastnerven zum Gehirne fortgepflanzt werden, dennoch sind die Empfindungen, die diese Eindrücke erregen, sehr verschieden. Auf gleiche Weise können auch die Empfindungen des Lichts, des Schalls und der Gerüche durch dieselbe Classe von Bewegungen hervorgerufen werden, denn es reicht vielleicht schon aus, daß die Bewegungen sich schneller oder langsamer wiederholen, damit dadurch Empfindungen von sehr verschiedener Art erregt werden.

Den specifisch verschiedenen Sinnesnerven ist hierbei nicht ein specifisch verschiedenes Leitungsvermögen zuzuschreiben. Man hat keinen genügenden Grund anzunehmen, daß die Nerven eines besonderen Sinnes ein eigenthümliches Leitungsvermögen besäßen, vielmehr darf man wohl vermuthen, daß der Vorgang, wodurch diese Leitung vollbracht wird, nicht nur in allen Empfindungsnerven, sondern auch in den animalischen Bewegungsnerven, im Wesentlichen derselbe sei. Denn die Fäden der Bewegungsnerven und Tastnerven lassen sich durch das Mikroskop nicht unterscheiden, die Substanz der verschiedenen Nerven bietet, abgesehen von den Häuten, in welchen sie eingeschlossen ist, auch keine wesentlichen Unterschiede dar, das würde aber der Fall sein, wenn die Leitung der Eindrücke in verschiedenen Nerven auf eine andere Weise erfolgte. Ferner regen dieselben Einwirkungen (mechanische Verletzungen durch Stöße und Stiche, chemische Verletzungen durch Hitze oder ätzende Körper und der electrische Stoß), welche in den Tastnerven eine Thätigkeit anregen, auch in den Bewegungsnerven, wenn sie Stämme derselben treffen, eine Thätigkeit an. Daß diese Thätigkeit hier Bewegung der Muskeln und dort Schmerz zur Folge hat, liegt vielleicht nur darin, daß die peripherischen Enden der Tastnerven nicht mit den Muskeln, und daß die centralen Enden der Muskelnerven nicht mit Theilen des Gehirns in Verbindung stehen, in welchen eine Uebertragung der in den Nerven angeregten Thätigkeit auf das Bewußtsein möglich ist. Dieselben Einflüsse, welche das Leitungsvermögen der Bewegungsnerven

unterbrechen, unterbrechen es auch bei den Tastnerven, also z. B. die Durchschneidung der Nerven, ein starker Druck auf dieselben oder eine beträchtliche Dehnung, endlich, wie ich durch die sogleich mitzutheilenden Experimente zeigen werde, bei den warmblütigen Thieren die einen gewissen Grad erreichende Erwärmung und Erkältung der Nerven. Ist nun schon kein hinreichender Grund da, bei den Bewegungsnerven und Tastnerven ein Leitungsvermögen anzunehmen, das auf einem verschiedenen Vorgange in den Nerven beruhte, so ist noch weit weniger glaublich, daß es bei den verschiedenen Empfindungsnerven verschieden sein sollte; denn daß manche Empfindungsnerven dünne Fäden mit dünnen Hüllen haben, andere dickere Fäden mit dickeren Hüllen, kann uns nicht zu einer solchen Annahme berechtigen. Daß der Geruchnerv, der Sehnerv und der Gehörnerv, wenn sie mechanisch verletzt werden, nach Magendie's Versuchen, keinen Schmerz zu erregen scheinen, daß dagegen ein Stoß auf's Auge die Empfindung von Feuer, und der Druck auf dasselbe, nach Purkinje, die Empfindung von wechselnden Licht- und Farbenfiguren hervorruft, dürfte wohl aus der Beschaffenheit des Hirntheils, in welchem sich diese Nerven endigen, und nicht aus einem verschiedenen Leitungsvermögen zu erklären sein.

Das Leitungsvermögen der Nerven wird, wenn dieselben gedrückt oder bis zu einem gewissen Grade erwärmt oder erkältet werden, geschwächt — und sogar aufgehoben. Es ist bekannt, daß die Durchschneidung eines Nervenstammes uns erstens der Fähigkeit beraubt, diejenigen Muskeln durch unsern Willen zu bewegen, die ihre Nerven nur von dem peripherischen Stücke des durchschnittenen Nerven bekommen, und die folglich nun nicht mehr durch Nervenfäden mit dem Gehirne in Verbindung stehen, und daß dieselbe auch zweitens verhindert, daß ein Eindruck auf die Theile, die nur von dem peripherischen Stücke des durchschnittenen Nerven ihre Nervenfäden bekommen, eine Empfindung errege. Dasselbe ist auch der Fall, wenn ein Nerv durch einen umgelegten Faden so zusammengeschnürt wird, daß man in ihm dadurch eine dauernde Veränderung, z. B. eine Zerquetschung, hervorbringt. Galen*) erzählt, daß es ihm gelungen sei, bei Schweinen einen lockeren dicken Faden (κρόκαις ἰσχυραῖς), oder einen wollenen Faden (νήμασιν ἐξερίων) so um die Nerven zu legen, mit einer Schleife zu versehen, und dann die Nerven so mäßig zusammenzuschnüren, daß das Thier zwar plötzlich seiner Stimme beraubt wurde, aber zum Erstaunen der Zuschauer auch die Stimme sogleich wieder bekam, als die Schleife wieder gelöst wurde. Wenn aber die Nerven mit einem umgelegten leinenen Strange zu fest geschnürt wurden, so wurden sie zerquetscht, wenn der Strang steif war, und zerschnitten, wenn er zu dünn war. Dem Valsalva**) und Morgagni wollte es bei Hunden nicht gelingen, die Zusammenschnürung so einzurichten, daß die Verrichtungen des peripherischen Stücks des nervus vagus durch den Druck unterbrochen, und nach der Entfernung des Fadens sogleich wieder hergestellt wurden. Fontana***) bemerkt, daß, um eine

*) Galen. De administratione anat. lib. VIII. cap. 8. ed. Kühn. Tom. II p. 669, ed. Charter. Tom. IV. p. 174, ed. Basil. Tom. I. p. 187.

**) Valsalva de aure humana. c. 5. §. 8. Siehe Tissots Schriften. III. §. 183.

***) Felix Fontana's Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper, übers. v. Hebenstreit, Leipzig 1785, S. 138.

künstliche Lähmung eines Mukels hervorzubringen, der Nerv mit großer Kraft zusammengedrückt werden müsse, so daß kaum die ganze Kraft seines Daumens und Zeigefingers ausgereicht haben, um einen hinlänglichen Druck hervorzubringen, obgleich die Nerven blos lagen und die Versuche an sehr kleinen Thieren, z. B. an Fröschen, angestellt wurden. Waren die Nerven von weichen Theilen bedeckt, z. B. die Zwerchfellnerven einer jungen Katze vom Mittelfelle, so mußte die drückende Kraft um außerordentlich viel vermehrt werden. Man muß sich, sagt Fontana, bei allen diesen Versuchen wohl in Acht nehmen, die Nerven nicht zwischen den Fingern oder andern zum Druck gebrauchten Körpern zu zermalmen, weil sie in diesem Falle durch Zerstörung ihres Gewebes mit einem Male die Fähigkeit verlieren, den Muskel in Bewegung zu setzen, dieselbe aber auch nachher nicht wieder bekommen. Fontana hat hieraus geschlossen, daß der Fall, wo im lebenden Körper die Function des peripherischen Stücks eines Nerven durch einen auf seinen Stamm ausgeübten Druck aufgehoben würde, wohl nicht leicht vorkommen möchte. Indessen hat Joh. Müller*) durch Experimente gezeigt, daß man durch einen längere Zeit fortdauernden Druck, den man auf den Stamm eines Arm- oder Schenkelnerven wirken läßt, die Empfindung von Prickeln, von Nadelstichen und überhaupt vom Einschlafen in demjenigen Theile des Gliedes bewirken könne, zu welchem das peripherische Stück des gedrückten Nervenstammes Nervenfäden schickt, und ich selbst habe über die vollkommnere oder unvollkommnere Unterbrechung der Leitung der Nerven durch Druck und durch Kälte und Wärme eine Reihe von Experimenten gemacht. Wenn ich den nervus ulnaris am condylus internus ossis brachii bei mir selbst gleichmäßig drückte, so empfand ich mittelst der an der Haut des Ellenbogens endigenden Tastnerven den Druck an der richtigen Stelle, an der er statt findet. Hierauf entstand aber außerdem ein eigenthümlicher Schmerz, der nicht auf den Ort beschränkt war, wo gedrückt wurde, und der nichts mit dem Gefühle des Drucks gemein hatte, sondern wie Zahnschmerz ein eigenthümlicher Nervenschmerz war. Er erstreckte sich an der Volarseite der Ulna herab bis in das Handgelenk, und sogar bis an den Metacarpusknochen des fünften Fingers und weiter. Durch einen geringen aber langdauernden Druck auf gewisse Theile des Arms konnte ich, ohne daß ein merklicher Schmerz an dem gedrückten Theile entstand, das Einschlafen derjenigen Theile der Haut bewirken, zu welchen sich die gedrückten Nerven begeben, so daß in dem einen Falle die Theile, welche vom Nervus ulnaris, in einem andern die, welche vom Nervus medianus ihre Nerven bekommen, vom Zustande des Eingeschlafenseins ergriffen wurden, wobei sich sogar die Größe des Gebiets jedes dieser Nerven wahrnehmen ließ; der Zustand des Eingeschlafenseins nahm sogleich dem Grade nach ab, wenn der Druck auf den Nervenstamm aufhörte, und verschwand in kurzer Zeit ganz. Wer die Stellung der Glieder noch nicht kennt, wodurch man das Einschlafen des Nervus ulnaris oder medianus, oder beider zugleich herbeiführen kann, der braucht nur die Gelegenheit zu benutzen, seine Glieder, wenn sie ihm zufälliger Weise einschlafen, zu beobachten,

---

*) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. B. I. S. 590, 4. Aufl. 1843.
E. H. Weber. Ueber den Einfluss der Erwärmung und Erkältung der Nerven auf ihr Leitungsvermögen, siehe Berichte über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft d. Wissenschaften, Leipzig 1847, S. 175.

um das Vorgetragene bestätigen zu können. Der Zustand des Einschlafens der Glieder hat übrigens verschiedene Grade. Im höchsten Grade ist man weder fähig die Muskeln zu bewegen, die von den eingeschlafenen Nerven allein mit Zweigen versehen werden, noch Wärme, Kälte und Druck zu empfinden. Bei diesem höchsten Grade kann die Unempfindlichkeit so weit gehen, daß man seinen eignen Arm, indem man ihn im Finstern mit der andern Hand anfaßt, für ein fremdes Glied hält, was z. B. mein Bruder, Eduard Weber, einmal an sich selbst beobachtet hat. Ehe es aber zu diesem Grade kommt, beobachtet man Zustände eines unvollkommenen Eingeschlafenseins der Glieder. Hierbei verursacht die Berührung der eingeschlafenen Finger oder der Hohlhand eine Empfindung, welche von der Tastempfindung sehr verschieden ist. Die Empfindung ist nämlich nicht auf die berührte Stelle beschränkt, sondern breitet sich über eine größere Strecke des eingeschlafenen Theiles aus. Sie verschwindet auch nicht im Momente, wo die Berührung aufhört, sondern dauert auch nachher längere Zeit fort und wechselt dabei ihren Ort, indem sie andere und andere Theilchen der Haut abwechselnd ergreift, die wie von innen her mit unzähligen Nadelspitzen leise berührt zu werden scheinen, und dadurch die Empfindung von einer bebenden Bewegung in den Theilchen der Haut des eingeschlafenen Glieds hervorrufen. Dadurch, daß man an unvollkommen eingeschlafenen Gliedern zu gleicher Zeit in vielen Punkten der Haut Empfindungen zu haben glaubt, geschieht es, daß man den Umfang und die Grenzen der Glieder deutlicher zu fühlen glaubt, während sie nicht berührt werden, als es an nicht eingeschlafenen Gliedern der Fall ist. Bisweilen entsteht auch ein subjectives Gefühl von Wärme in der eingeschlafenen Hand, niemals aber, so viel ich weiß, das der Kälte. Wie ist es aber zu erklären, daß in diesem Zustande das Gemeingefühl der Haut uns so zahlreiche Empfindungen verschafft, während der Tastsinn abgestumpft und zum Theil unterdrückt ist, und woher kommt es, daß eine Berührung des eingeschlafenen Fingers, die nur einen Augenblick dauert, längere Zeit hindurch durch eine Art Nachwirkung Empfindungen hervorrufen kann, die ihren Ort wiederholt zu wechseln scheinen? Ich nehme an, daß im Zustande des unvollkommnen Eingeschlafenseins durch den Druck nicht alle Fäden der Tastnerven, die im nervus ulnaris oder medianus eingeschlossen sind, unfähig zur Fortpflanzung der Eindrücke werden, daß es aber dann, wenn nur manche Fäden dazu geeignet, viele benachbarte dagegen dazu ungeeignet sind, nicht zu einer Tastempfindung kommen könne. Hiermit verbinde ich die Vermuthung, daß die in den Nerven durch Berührung entstehende Bewegung dazu beitragen kann, daß manche gedrückt gewesenen Fäden für die Fortpflanzung sich wieder öffnen, und daß diese Eröffnung selbst mit einer Empfindung verbunden sei, die wir das Ameisenlaufen oder Prickeln nennen. Diese Bemerkungen sind auch in medicinisch-practischer Hinsicht von Interesse, da bei der Entstehung der halbseitigen Lähmung, Hemiplegie, durch einen Druck auf die Nerven in der Nähe ihrer Endigung im Gehirne ähnliche Erscheinungen beobachtet werden, wie bei dem Einschlafen der Glieder, nämlich Abstumpfung des Tastsinns, mit einer gewissen Erregung mancher Aeußerungen des Gemeingefühls.

An diese Erfahrungen über den Einfluß des Drucks auf das Leitungsvermögen der Nerven, schließen sich die von mir schon oben erwähnten Erfahrungen an, daß die Einwirkung der Kälte auf den nervus ulnaris, die dadurch herbeigeführt wird, daß wir den Ellenbogen längere Zeit in einen

Brei, aus zerstoßenem Eise und Wasser, eintauchen, ähnliche Wirkungen hervorbringt, als der Druck. Beim Eintauchen empfindet man zuerst, mittelst der in der Haut des Ellenbogens endigenden Nerven (Aesten des cutaneus internus minor), die Berührung des kalten Körpers. Ungefähr nach 16 Secunden fängt der Nervenstamm des nervus ulnaris, der hier nicht von Muskeln bedeckt ist, sondern unmittelbar unter der Haut und fascia liegt, an, von der Kälte angegriffen zu werden. Es entsteht ein eigenthümlicher Schmerz, der die Volarseite des Unterarms nach der Ulna zu, des Handgelenks, den Ballen des kleinen Fingers und den kleinen Finger selbst, einnimmt. Dieser Schmerz ist von der Empfindung von Kälte ganz verschieden und hat mit ihr keine Aehnlichkeit. Wüßte man nicht, daß man den Arm in kaltes Wasser eintauche, und fühlte man nicht die Kälte in der Haut des Ellenbogens, so würde man nicht errathen, daß die Kälte die Ursache jenes Schmerzes sei. Bei fortdauernder Kälte nimmt dieser Schmerz bis zu einem gewissen Zeitpunkte beträchtlich zu, und es gehört einige Willenskraft dazu ihn zu ertragen. Man glaubt zu fühlen, man könne den fünften Finger nicht so frei wie sonst bewegen, obgleich man es wirklich noch vermag, der Finger scheint eingeschlafen zu sein. Endlich aber vermindert sich der Schmerz wieder, ungeachtet die auf den Ellenbogen wirkende Kälte dieselbe bleibt. Die höhere Temperatur eines Metallstücks und die niedere eines Eisstücks konnte am fünften Finger nur schwach und langsam empfunden werden. Auch auf den vierten Finger und sogar auf den dritten schien die Kälte, dem Gefühle nach zu urtheilen, eine Einwirkung gehabt zu haben. Am Daumen dagegen schien das Empfindungsvermögen ganz ungeschwächt zu sein. Als ungefähr 12 Minuten, seit der Einwirkung der Kälte, vergangen waren, traten im fünften und vierten Finger Zuckungen ein, und auch in Muskeln des Unterarms und der Hand wurden sie bemerkt.

Ich brauche wohl nicht besonders zu bemerken, daß das sehr geringe Wärmeleitungsvermögen der Substanz des Arms die Annahme nicht gestattet, daß hierbei eine wirkliche Fortleitung der Kälte vom Ellenbogen zur Hand stattfinde. Vielmehr hängen die hier wahrgenommenen Erscheinungen lediglich davon ab, daß der Nervenstamm des Nervus ulnaris am Ellenbogen erkältet wird, und daß wir die Schmerzen, die dadurch entstehen, so deuten, als ob sie in den Enden derjenigen Nervenfäden ihren Sitz hätten, die doch viel höher oben, da wo sie am Ellenbogen vorbeigehen, erkältet werden.

Ich habe durch eine andere Reihe von Versuchen bewiesen, daß die Tastnerven der Finger, der Zunge, der Lippen und anderer Theile, wenn sie 1 oder 2 Minuten lang in warmes Wasser getaucht werden, das eine Temperatur von 41^{0} R (51,2 C) oder 42^{0} R (52^{0},5 C) hat, die Fähigkeit auf einige Zeit verlieren, uns Empfindungen von Wärme und Kälte zu verschaffen. Auch die Fähigkeit zu tasten und den Druck zu empfinden stumpft sich dadurch ab, verschwindet aber, wenn die Einwirkung nur so kurze Zeit fortgesetzt wird, nicht gänzlich. Es entsteht während des Eintauchens ein Schmerz, der indessen nicht so heftig ist, daß man ihn nicht ertragen könnte. Hierauf nimmt der Schmerz ab und die Finger gerathen in einen Zustand, den ich mit dem Eingeschlafensein vergleichen muß. Dieselbe Erfahrung macht man, wenn man die Finger in einen aus zerstoßenem Eise und Wasser gemachten Brei 1 Minute lang oder noch länger eintaucht, mit dem Unterschiede, daß hierbei der Schmerz nicht

so bald seinen Höhepunkt erreicht, sondern sich 2 Minuten hindurch fortwährend vermehrt.

Aber nicht nur die Tastnerven, sondern auch die Geschmacknerven verlieren durch Erkältung und Erwärmung auf einige Zeit die Fähigkeit, uns Empfindungen zu verschaffen. Wenn man die Zungenspitze in ein mit warmem Wasser gefülltes Gefäß, das eine Temperatur von 41^0 bis 42^0 R ($51^0,2 - 52^0,5$ C), eintaucht und eine halbe Minute oder eine Minute darin erhält, und sie dann sogleich mit Syrop oder Zuckerpulver in Berührung bringt, so schmeckt man nichts und bemerkt zugleich, daß auch der Tastsinn der Zunge, der durch seine Feinheit sonst alle andern Theile übertrifft, so unvollkommen geworden ist, daß sich die Zungenspitze in einem Zustande des Eingeschlafenseins befindet. Erst nach 6 Secunden und sogar später erhält sie die Fähigkeit zu empfinden wieder. Die nämliche Erfahrung macht man nun auch, wenn man die Zunge ½ Minute oder 1 Minute oder länger in einen aus zerstoßenem Eise und Wasser gemachten Brei taucht. Hierbei tritt ein Schmerz ein, der mit dem, den das heiße Wasser erregte, große Aehnlichkeit hat. Diese Versuche habe ich bei mehreren Menschen gemacht und der Erfolg ist immer derselbe gewesen.

Endigung der Sinnesnerven in besonderen Organen des Gehirns.

Von der besonderen Einrichtung der Theile des Gehirns, in welche die verschiedenen Sinnesnerven übergehen, scheint die specifische Verschiedenheit der Empfindungen auch mit abzuhängen. Was in den Nerven, im Gehirne und in unserer Seele vorgehe, indem die in unsern Nervenfäden angeregten Bewegungen eine Veränderung in unserm Bewußtsein hervorbringen, und dadurch Empfindung hervorrufen, wird wohl immer ein Räthsel bleiben. Wer Materialist ist, wird entweder anzunehmen geneigt sein, daß unsere Seele kein selbstständig existirendes Wesen sei, sondern, daß die Thätigkeiten, die wir der Seele zuschreiben, ganz und gar aus den Bewegungen des Mechanismus unsers Körpers resultiren, oder daß die Seele selbst ein Bewegliches sei, das durch die, mittelst der Nerven entstandenen, Bewegungen selbst in Bewegung gesetzt werde. Mich spricht der Gedanke mehr an, daß die Seele eine von den noch gänzlich unbekannten Ursachen der Kräfte sei. Die Gesetze der Wechselwirkung der Körper müssen selbst eine Ursache haben. Da es nun eine Thatsache ist, daß wir durch unseren Willen Bewegung in unserem Körper hervorbringen, und da wir uns bewußt sind, daß wir Bewegung anfangen können, so sind wir veranlaßt anzunehmen, daß unsere Seele durch ihren Willen eine Wechselwirkung der Moleculen ihres Körpers, und namentlich der Nervensubstanz im Gehirne hervorbringen könne, die sich vielleicht durch Anziehung oder Abstoßung äußert. Bedenkt man nun, daß die Seele vieles thut ohne sich dessen im Einzelnen bewußt zu sein, zumal wenn sie es thut ohne sich selbst dazu zu bestimmen, sondern weil sie von Natur dazu genöthigt ist; so kann man sich vorstellen, daß die Seele, ohne es zu wissen, fortwährend auf die Moleculen ihres Seelenorgans bewegende Kräfte ausübe, und den Gleichgewichtszustand derselben erhalten helfe, indem sie z. B. nach bestimmten Naturgesetzen die wechselseitige Anziehung und

Abstoßung der Moleculen verstärkt oder vermindert. So oft nun die Moleculen des Seelenorgans durch die fortgepflanzten Bewegungen in den Nerven aus ihrer Lage gerückt würden, würde sich auch nach vorausbestimmten Regeln die Thätigkeit der Seele ändern. Das unklare Bewußtsein dieser sich schnell wiederholenden Aenderungen der eignen Thätigkeit der Seele ist es vielleicht, was wir Empfindung nennen. Es gehen indessen diese Betrachtungen über die Grenzen der Erfahrung hinaus, so daß es unmöglich ist, sie durch Beobachtungen und Versuche zu prüfen, daher ich bei ihnen weiter nicht verweilen und auf sie auch nichts bauen will.

Von dem Baue der verschiedenen Hirntheile, zu welchen sich die verschiedenen Sinnesnerven begeben, hängt es unstreitig mit ab, daß die durch die Sinneseindrücke veranlaßten Bewegungen entweder auf eine besondere Weise oder gar nicht von unserer Seele aufgefaßt werden. Ein Stoß auf's Auge bringt eine Lichtempfindung hervor, und ein Druck auf's Auge bewirkt, nach Purkinje's Untersuchungen, daß wir Licht- und Farbenfiguren zu sehen glauben, die sich allmählig verändern und umgestalten. Auch der electrische Stoß wird, wenn er das Auge trifft, als Licht empfunden, wenn sich auch durch denselben kein für Andere aus der Entfernung sichtbares Licht entwickelt, dagegen verursacht der gleichförmige electrische oder galvanische Strom weder Lichtempfindung noch irgend eine andere Empfindung. Wenn ich einen kalten metallenen Körper, z. B. das Ende eines großen schweren Schlüssels, der eine Temperatur von 0° R oder sogar von — 4° R hatte, so lange an den Augapfel im äußeren Augenwinkel hielt, während das Auge einwärts gedrehet war, bis die Kälte bis zur Nervenhaut gedrungen sein mußte, so entstand weder die Empfindung der Kälte noch die von Licht oder Finsterniß, sondern ein Schmerz, der nicht in der Conjunctiva, sondern entweder in den Ciliarnerven der Choroidea, oder in der Nervenhaut seinen Ursprung hatte. Nach Magendie's *) Versuchen bringt die mechanische Verletzung der Nervenhaut des Auges, die durch die Berührung mit einem harten Körper, durch Nadelstiche oder durch ihre Zerreißung hervorgebracht wird, bei Säugethieren, Amphibien und Fischen keinen Schmerz hervor, und diese Schmerzlosigkeit will er auch beim Menschen, bei Gelegenheit der Niederdrückung der Krystallinse, beobachtet haben. Vögel dagegen bewegten sich, so oft er ihre Nervenhaut mit der Spitze seines Instruments berührte, und zugleich verengte sich deutlich die Pupille. Es wird hiervon weiter unten in der Lehre vom Gemeingefühle ausführlicher die Rede sein. Auf gleiche Weise glaubt er bei Thieren gefunden zu haben, daß die Verletzung des Stamms des Geruchsnerven und Gehörnerven in der Schädelhöhle, keinen Schmerz erzeuge, während bei denselben Thieren bei derselben Operation die Verletzung des fünften Paars sehr schmerzhaft war. Wenn es sich bestätigt, daß die mechanische Verletzung an jenen drei Nerven keinen Schmerz hervorruft, so hängt es vielleicht davon ab, daß die Theile des Gehirns, mit welchen sie zusammenhängen, unfähig sind, Schmerz zu verursachen, denn auch die unmittelbare Verletzung vieler Theile des Gehirns ist bekanntlich schmerzlos. Vielleicht ist aber auch eine besondere Organisation der Hüllen der Ele-

*) Magendie, Journal de Physiologie exp. Paris 1825. T. IV. p. 180 et 310—314.

mentarfäden nöthig, damit die mechanischen Verletzungen derselben Empfindung und namentlich Schmerz erregen können, und vielleicht existirt diese Organisation nur bei den mit zwei Conturen umgebenen Elementarfäden, und also bei den Tastnerven und Geschmacksnerven, nicht aber bei den Sehnerven und Geruchnerven, und bei den dünnen Fasern des Gehirns. Man darf, wie mir scheint, den Einfluß der Centralorgane, mit welchen die inneren Enden der Nerven in Verbindung stehen, auf die Entstehung specifisch verschiedener Empfindungen nicht allzuhoch, und den Einfluß der Hülfsorgane an den äußeren Enden der Nerven nicht zu gering anschlagen. Ich kann mich noch nicht davon überzeugen, daß jener Einfluß schon allein so groß sei, daß der electrische Stoß durch das Auge als Licht, durch das Ohr als Schall, durch die Zunge als Geschmack, durch die Nase als Geruch, und durch die Haut als Schlag empfunden werde, und daß also eine und dieselbe Ursache in jedem Sinne eine eigenthümliche Empfindung erwecke, die der Eigenthümlichkeit des Sinnes entspräche; ferner, daß sehr verschiedenartige Einwirkungen, wenn sie auf denselben Sinn erfolgten, alle eine ähnliche Empfindung verursachten, so daß z. B. die Empfindung von Licht nicht nur durch die Einwirkung des Lichts, sondern auch durch den mechanischen Stoß, durch den electrischen Stoß und durch die chemische Einwirkung des Bluts auf die Nervenhaut, auf den Sehnerven und auf das dem Gesichtssinne angehörende Centralorgan entstände. Verhielte es sich so, so müßte die Structur der verschiedenen Centralorgane der mannichfaltigen Sinne so verschieden sein, daß uns die Verschiedenheit auffallend wäre, was nicht der Fall ist. Allerdings wühlt der nämliche Wind hier das Meer auf, während er dort durch eine Spalte pfeift oder eine Aeolsharfe tönen macht, und an einem dritten Orte ein Anemometer in Bewegung setzt und dadurch Figuren zeichnet, durch die er seine eigne Bewegung einregistrirt, allein damit die nämliche Ursache so verschiedene Wirkungen hervorbringe, sind sehr verschiedenartige Körper nöthig, auf die er wirken kann.

Die Entscheidung dieser Streitfrage ist so wichtig, daß es nöthig ist, die zu berücksichtigenden Facta speciell ins Auge zu fassen.

Wenn Jemand in's Gesicht geschlagen wird, so kann es geschehen, daß er denselben Schlag durch den Tastsinn als einen Stoß, durch den Gehörsinn als einen Schall und durch den Gesichtssinn als einen Funken wahrnehme. Aber ein Schlag auf die Zunge bringt keinen Geschmack, ein Druck auf die Schleimhaut der Nase keinen Geruch hervor, und derselbe Schlag verursacht vielerlei Arten von Bewegungen, er comprimirt die Haut, erregt in der Luft und in den festen Theilen unsers Kopfs Schallwellen, und er wirkt auch bis auf die Imponderabilien, denn durch einen Schlag kann den Körpern Licht und Wärme ausgepreßt werden. Wenn wir nun den von dem Schlage verursachten Druck durch den Tastsinn, die von ihm hervorgebrachten Schallwellen durch das Gehörorgan, und die bei dem Stoße aufs Auge in der Nervenhaut erregte Bewegung der Imponderabilien als Licht empfinden, so muß das vielleicht zum Theil den Hülfswerkzeugen zugeschrieben werden, die an den peripherischen Enden der verschiedenen Sinnesnerven angebracht, und die von der Art sind, daß ein mechanischer Druck keine Einwirkung auf die Sehnerven, wohl aber auf die Tastnerven, Schallwellen keinen Eindruck auf die Sehnerven und Tastnerven, wohl aber auf den Gehörnerven, Schwingungen des Aethers keinen Eindruck auf die Tast- und Gehörnerven, wohl aber auf

den Sehnerven machen, und die Empfindung von Licht erregen können, wenn sie auch viel zu schwach sind, um auf andere Personen aus der Entfernung denselben Eindruck machen zu können. Hierdurch würde zugleich erklärt sein, warum ein Schlag auf die Zunge und ein Druck auf die Schleimheit der Nase keinen Geschmack und keinen Geruch erregen, nämlich weil der Schlag unter den hier obwaltenden Verhältnissen keine chemische Wirkung hervorbringt.

Mit der Einwirkung der Elektricität auf manche Sinnorgane verhält es sich bestimmt ebenso. Wenn wir uns einem mit Elektricität geladenen Conductor nähern, so haben wir im Gesichte das Gefühl, als berührten uns Spinnwebenfäden. Das Ueberspringen des electrischen Funkens auf unsere Haut und die Entladung einer Leydner Flasche oder einer Volta'schen Säule durch unsere Glieder bringt die Empfindung eines Stichs oder Schlags hervor. Aber die Elektricität des Conductors bewirkt, daß sich die Haare erheben und sträuben, und da das auch bei den feinen Härchen in der Haut des Gesichts der Fall ist, so mag wohl jene Empfindung durch diese Bewegung der Härchen entstehen. Der Funke der Leydner Flasche drängt die Luft auseinander und erregt dadurch Schall, durchbohrt auf eine sichtbare Weise feste Körper und bringt also mechanische Wirkungen hervor, und durch diese kann er auf den Tastsinn wirken. Ueber das Gehör machte Volta*) folgende Beobachtung: Er schloß eine Säule von 30 bis 40 Lagen durch 2 stumpfe metallene Sonden, die er in die Ohren steckte und dann mit den Enden der Säule in Berührung brachte, und empfand im Augenblicke, wo er die Kette schloß, eine Erschütterung durch den Kopf, auf welche bald ein schwer zu beschreibender Schall oder ein Geräusch erfolgte, das er mit dem Knistern beim Kochen eines zähen Teigs verglich, und das ununterbrochen fortdauerte, so lange die Kette geschlossen blieb, aber nicht stärker wurde. Ritter**), der so manches beobachtet hat, was sich nicht bestätigt hat, erzählt, er habe bei der Schließung der Kette den Ton g wahrgenommen. Mein Bruder, Eduard Weber, füllte seine beiden Gehörgänge mit Wasser an und brachte nun in sie 2 Metallstäbchen ein, durch die er eine Kette schloß, in welcher durch Induction zweier sehr großer Magnete ein starker Strom, unter besonders günstigen Verhältnissen erregt wurde. Er empfand, so oft die Induction geschah, Licht, das quer durch den Kopf zu gehen schien, nahm aber keinen Ton und überhaupt keinen Schall wahr. Heydenreich***) giebt an, er habe 2 dicke Bleidrähte tief in den äußern Gehörgang geschoben. Aber das schwirrende Summen und Brausen, welches stoßweise entstanden sei, wenn er mittelst der Drähte eine Säule geschlossen habe, sei dem ähnlich gewesen, welches auch dann entstanden, wenn keine Säule damit in Verbindung war. Es scheint daher nicht so, als ob der elektrische oder galvanische Stoß unmittelbar durch seine Einwirkung auf den Gehörnerven die Empfindung eines Schalls erregen könnte. Mittelbar kann er es unstreitig, denn wenn er z. B. die Muskeln der Gehörknöchelchen zur Zusammenziehung reizt, so muß das Trommelfell erschüttert und es kann dann ein Schall empfunden werden, den freilich kein Anderer hören

---

*) Volta, in Philos. Transact. 1800. Vol. II. p. 405 sq.

**) Ritter, siehe J. Müllers Handbuch der Physiologie. Coblenz 1837. Bd. II. S. 253.

***) Heydenreich, in Frorieps Notizen. 1848. B. VIII. S. 34.

kann. Was den Geschmack betrifft, so entdeckte Volta: daß zwei verschiedenartige Metalle, gehörig angebracht, auf der Spitze der Zunge einen sehr bemerkbaren Geschmack erregen, und daß dieser Geschmack offenbar sauer sei, wenn die Zungenspitze sich am Zink befindet, alkalisch, wenn sie mit dem andern Metalle berührt wird. In letzterem Falle war der Geschmack minder stark, aber scharf und unangenehm, und er dauerte in beiden Fällen mehrere Secunden und nahm sogar zu, wenn die Metalle in wirklicher Berührung blieben. Schon, daß der Geschmack nicht bloß während der Schließung und Oeffnung der Kette, sondern auch während sie geschlossen blieb, empfunden wurde, beweist, daß hier nicht eine unmittelbare Einwirkung des galvanischen Stroms auf den Geschmacknerven die Ursache der Empfindung sei, denn der gleichmäßige Strom bringt durch die Empfindungsnerven keine Empfindung, und durch die Bewegungsnerven keine Bewegung der Muskeln hervor. Wir wissen aber, daß ein gleichmäßiger galvanischer Strom die im Speichel befindlichen Salze zersetzen kann, und daß die frei werdende Säure nach dem Zinkpole, das frei werdende Alkali nach dem Kupferpole gezogen wird. Berührt man mit dem einen Schließungsdrahte die untere Oberfläche der Zunge, die nur mit einem sehr unempfindlichen Geschmacksinne begabt ist, mit dem andern Schließungsdrahte aber die obere Oberfläche derselben, die mit einem sehr empfindlichen Geschmacksinne versehen ist, so wird immer derjenige Stoff geschmeckt werden, der an dem Pole sich entwickelt, welcher mit der oberen Oberfläche der Zunge in Berührung ist. Heydenreich bestätigte diese schon von andern, z. B. von Valentin, gegebene Erklärung durch folgenden Versuch. Er brachte die Drähte einer aus 10 Plattenpaaren bestehenden Volta'schen Säule nicht unmittelbar an die Zunge, sondern umwickelte den Draht des positiven Pols mit blauem Lackmuspapier, das er mit destillirtem Wasser anfeuchtete und den Draht des negativen Pols mit geröthetem Lackmuspapier: während nun der saure Geschmack empfunden wurde, wurde zugleich das blaue Lackmuspapier blässer; daß es sich röthete, verhinderte die alkalische Beschaffenheit der Mundflüssigkeit. Das rothe Lackmuspapier aber wurde schnell blau und zwar viel schneller, als wenn die galvanische Säule nicht geschlossen war, wo es in längerer Zeit durch die schwache Alkalescenz der Säfte des Mundes allerdings auch blau, aber schwächer blau wurde. Den von Joh. Müller*) angeführten Versuch Pfaffs fand er nicht bestätigt. Denn als er einen zinnernen, mit Lauge gefüllten, Becher mit den Händen umfaßte und die Zunge in die Lauge tauchte, schmeckte er keinen sauren Geschmack, sondern einen alkalischen.

Bekannt ist der phosphorige Geruch, den die Reibungselektricität im Geruchorgane erregt. Volta versuchte vergebens durch den durch die Nasenhöle geleiteten galvanischen Strom eine Geruchempfindung hervorzurufen. Er empfand bei der Schließung und Oeffnung der Kette nur ein mehr oder weniger schmerzhaftes Kneipen, oder eine bald mehr bald minder sich verbreitende Erschütterung. Was jenen angeblichen phosphorigen Geruch betrifft, so wissen wir durch Schönbein's Entdeckung, daß er von einem eigenthümlichen Körper, dem Ozon herrührt, der sich unter dem Einflusse der Reibungselektricität bildet, und so ist es denn also auch hier gewiß, daß jener Geruch nicht der unmittelbaren elektrischen Einwirkung auf die Nerven zuzuschreiben ist.

---

*) J. Müller, Handbuch der Physiologie. 3. Aufl. B. I. S. 629. B. II. S. 493.

Es bleibt daher nur noch die Einwirkung der Elektricität auf das Auge übrig, die nicht so sehr in Verwunderung setzt, da wahrscheinlich Licht, Wärme und Elektricität Erscheinungen sind, die alle auf Bewegungen des Lichtäthers beruhen. Nicht zu leugnen ist es aber, daß dennoch die Lichterscheinungen bei einem auf das Auge geschehenden Stoße und bei einem einige Zeit dauernden Drucke, und vielleicht auch bei der Durchschneidung des Sehnerven, so wie die Phantasmen bei krankhafter Affection des Gehirns oder der Nervenhaut des Auges, sehr unsere fernere Aufmerksamkeit verdienen.

Ohne die Mitwirkung des Gehirns, oder vielleicht auch eines Theiles des Rückenmarks, gelangt keine Empfindung zum Bewußtsein, entsteht keine Erinnerung, kann sich der Wille nicht durch Bewegung der Muskeln äußern, sind wir nicht fähig zu denken, nicht einmal die Ueberleitung eines auf einen Empfindungsnerven hervorgebrachten Eindrucks auf die Bewegungsnerven geschieht im animalischen Theile des Nervensystems in den Nerven unmittelbar, sondern nur im Gehirne und Rückenmarke. Wenn man also auch keinen ausreichenden Grund hat, das Gehirn und Rückenmark ausschließlich für den Sitz der Seele zu halten, so enthält doch dieses Centrum des Nervensystems die Werkzeuge, ohne welche wir uns der Einwirkungen, die auf die Seele geschehen, nicht bewußt werden, und ohne welche die Seele nicht auf den Körper wirken zu können scheint. Mit dieser Vorstellung von der Wichtigkeit des Centrum, des animalischen Nervensystems, stimmen folgende Thatsachen überein:

1) alle animalischen Nerven laufen im Rückenmarke oder Gehirne zusammen, hängen aber auf ihrem Wege von ihrem peripherischen Ende bis zum Rückenmarke und Gehirne nicht unter einander durch ihr Nervenmark zusammen. An abgeschnittenen Armen und Beinen und andern Gliedern findet die Ueberleitung von Eindrücken, die auf die Empfindungsnerven gemacht werden, auf die Bewegungsnerven nur dann statt, wenn dieselben wenigstens noch mit einem Stücke des Rückenmarks oder Gehirns zusammenhängen;
2) wird ein Nerv durchschnitten oder das Leitungsvermögen desselben auf andere Weise, z. B. durch Druck, Erkältung oder Erwärmung eines Stücks des Nerven vollkommen unterbrochen, so entsteht in den Theilen, die von den Nerven unterhalb der afficirten Stelle ihre Nervenfäden bekommen, weder Empfindung noch durch den Willen hervorgebrachte Bewegung. Dagegen verhindert die Zerstörung der Sinnorgane die Entstehung der Phantasievorstellungen von solchen Sinneseindrücken, die man ehemals durch diese Sinnorgane erhielt, nicht;
3) viele Verletzungen des Gehirns haben einen plötzlichen Tod oder eine gänzliche Empfindungslosigkeit der Sinnorgane zur Folge, viele vorübergehende Einflüsse auf das Gehirn, von geringer Bedeutung, haben eine vorübergehende Ohnmacht zur Folge, die damit beginnt, daß es dem Menschen schwarz vor den Augen, d. h. finster wird, ungeachtet die Augen keine krankhafte Veränderung erleiden; ein Bluterguß im Sehhügel oder im gestreiften Körper, oder in einem andern kleinen Theile des Gehirns in der Nähe derselben, bringt eine vollständige oder unvollständige Lähmung des Tastsinns und gewisser Muskeln, in weit von einander entfernten Theilen der einen Seitenhälfte des Körpers hervor, ungeachtet die krankmachende Ur-

sache auf diese Theile unmittelbar gar nicht eingewirkt hat; dagegen glauben Menschen, denen ein Glied amputirt worden ist, noch Jahre lang Empfindungen in dem nicht mehr existirenden Gliede zu haben, und können dieser Täuschung durch keine Ueberlegung entgehen, vermuthlich weil die Fortsetzungen der Nervenfäden noch Eindrücke auf das Gehirn hervorbringen können, die ehemals von dem Gliede herkamen;

4) bei Gehirnkrankheiten glaubt man Gesichtempfindungen, Gehörempfindungen, Tastempfindungen und bisweilen auch Geruchempfindungen zu haben, ohne daß ein Gegenstand auf diese Sinne wirkt, und ohne daß die Sinnorgane erkrankt sind; bei Krankheiten des Gehirns und Rückenmarks glaubt man Schmerzen in Theilen des Körpers zu empfinden, die nicht krank sind;

5) manche Gifte, welche ins Blut gelangen und sich dadurch im ganzen Körper verbreiten, und dann Starrkrampf und Empfindungslosigkeit erzeugen, z. B. Strychnin, bringen ihre Wirkung nur dadurch hervor, daß sie auf das Rückenmark oder Gehirn wirken. Auf die Nervenstämme unmittelbar wirken sie nicht, denn ein Glied, dessen Nervenstämme durchschnitten sind, wird vom Starrkrampfe nicht ergriffen;

6) meine Untersuchungen beweisen, daß wir den Ort, wo unsere Nerven von äußeren Dingen afficirt werden, bei unsern Empfindungen unmittelbar nicht erkennen, sondern daß wir nur durch die Vereinigung vieler Erfahrungen über denselben belehrt werden.

Der Tastsinn in's Besondere.

Ortempfindungen, Druckempfindungen und Temperaturempfindungen.

Der Tastsinn verschafft uns zwei Arten von Empfindungen, die ihm eigenthümlich sind, Druckempfindungen und Temperaturempfindungen, und zugleich sind das Tastorgan und seine Nerven so eingerichtet, daß dieselben Empfindungen sich von einander unterscheiden lassen, wenn sie an zwei verschiedenen Orten der Haut entstehen. Wir können daher den Ortsinn, den Drucksinn und den Temperatursinn als drei Vermögen des Tastsinns unterscheiden. Sowohl die Zusammendrückung als die Ausdehnung der empfindlichen Organe oder die Spannung, z. B. wenn ein Gewicht auf unsere Haut drückt, und wenn durch Ziehen an den Haaren die Haarbälge gedehnt werden, erregen Empfindungen, die wir kurz unter dem Namen Druckempfindungen zusammenfassen können. Die Temperaturempfindungen sind entweder positive, d. h. Wärmeempfindungen, wenn die Temperatur in unsern empfindenden Theilen steigt, indem ihnen Wärme zugeführt wird, oder negative Wärmeempfindungen, d. h. Kälteempfindungen, wenn ihre Temperatur sinkt, indem ihnen Wärme entzogen wird. Nur die mit Tastorganen versehenen Theile verschaffen uns Druckempfindungen und Temperaturempfindungen.

Die inneren Theile, welche keine Tastorgane besitzen, können gedrückt, erwärmt und erkältet werden, aber niemals entsteht dadurch die Empfindung des Drucks, der Wärme und der Kälte. Alle andern Empfindungen, außer den genannten, welche uns die Tastorgane verschaffen, gehören dem Gemeingefühle an. Man darf daher Schmerzen, die durch Druck, Wärme und Kälte entstehen, nicht mit der Sinnesempfindung des Drucks, der Wärme und der Kälte verwechseln. Uebrigens muß man die genannten reinen Empfindungen von den Vorstellungen unterscheiden, zu welchen sie die Veranlassung geben, zumal nachdem durch sie die Vorstellung von der Bewegung überhaupt, und in Sonderheit das Bewußtsein der eignen Bewegung erweckt worden ist. Hierher gehört vor allen die Vorstellung vom Widerstande, den uns die Körper bei der Bewegung unsers Körpers leisten, wovon weiter unten gehandelt werden wird. Die Empfindungen des Drucks und der Wärme und Kälte sind so verschieden, daß es zweifelhaft erscheinen kann, ob beide als verschiedene Modificationen einer und derselben Empfindung angesehen werden dürfen. Da die Zunge zugleich der Sitz zweier Sinne, des Geschmacksinns und Tastsinnes ist, so muß man die Frage aufwerfen, ob etwa auch die Haut der Sitz zweier Sinne, des Drucksinns und Temperatursinns sei. Dienten dieselben an den Enden der Tastnerven angebrachten mikroskopisch kleinen Sinnorgane für beide Zwecke, und also sowohl zur Wahrnehmung des Drucks und seiner gradweisen Verschiedenheiten, als auch zur Wahrnehmung der Wärme und Kälte und ihrer gradweisen Unterschiede, hätte die Empfindung von Wärme und Kälte ihren Grund in der Wahrnehmung desjenigen Drucks, der dadurch entstünde, daß die Wärme die Körper ausdehnt, die Kälte aber ihr Volumen vermindert; so würde nur ein einziger Sinn, der Tastsinn, in der Haut anzunehmen sein. Man dürfte dann vielleicht vermuthen, daß ein in einer bestimmten Richtung auf die Theile der Haut wirkender Druck und Zug die Empfindung von Druck und Zug, daß dagegen eine in gewissen Theilen der Haut nach vielen Richtungen stattfindende Zusammendrückung und Ausdehnung die Empfindung von Kälte und Wärme verursachten. Existirten dagegen in der Haut zweierlei Arten von Organen, von welchen die einen durch Druck in Bewegung gesetzt würden, und dadurch eine Veränderung in den mit ihnen verbundenen Nerven hervorbrächten, die anderen aber durch Temperaturveränderungen in Bewegung geriethen, und dadurch in den mit ihnen verbundenen Nerven Eindrücke hervorbrächten, so würde man in der Haut einen Drucksinn und einen Temperatursinn anzunehmen haben. Die erstere Annahme scheint mehr für sich zu haben als die letztere. Ich stütze mich, indem ich dieses ausspreche, auf die von mir gemachten Beobachtungen, welche die Aufmerksamkeit der Physiologen zu verdienen scheinen: kalte auf der Haut ruhende Körper scheinen uns schwerer, warme leichter zu sein als sie sollten. Die Empfindung der Kälte scheint sich demnach mit der Empfindung des Drucks zu summiren, die der Wärme scheint sich nicht zu summiren, vielleicht sogar wie ein negativer Druck zu wirken, und also die gleichzeitige Empfindung des Drucks zu vermindern. Man nehme gleiche Gewichte von ganz gleicher Gestalt, die man bequem übereinander legen kann. Hierzu eignen sich sehr gut neue Thaler. Man erkälte die einen bis unter den Frostpunct, z. B. bis auf — 7° C oder — 4° C und erwärme die andern bis auf + 37° oder 38° C, und lege einem Beobachter, der so da liegt, daß der Kopf völlig unterstützt, und daß die Fläche

der Stirn horizontal ist, und der zugleich die Augen schließt, einen kalten Thaler auf die Stirn, entferne ihn gleich darauf und lege zwei warme übereinander liegende Thaler genau an dieselbe Stelle, nehme sie dann weg und bringe sehr schnell wieder einen kalten dahin, und nachdem man ihn wieder weggenommen lege man wieder zwei warme Thaler dahin, bis der Beobachter im Stande ist ein Urtheil darüber abzugeben, ob das zuerst auf die Stirn gelegte oder das nachher dahingebrachte Gewicht das schwerere sei. Der Beobachter wird behaupten, daß beide Gewichte gleich schwer wären oder sogar daß das, welches aus zwei erwärmten Thalern bestand, das leichtere sei. Dieser Versuch, den ich bei Mehreren mit demselben Erfolge angestellt habe, beweist, daß die Empfindung der Kälte die Empfindung des Drucks sehr beträchtlich verstärke, da nicht nur das kalte Gewicht, wenn es gleich groß ist, sondern sogar, wenn es nur halb so groß ist, für schwerer gehalten wird. Es versteht sich von selbst, daß der Beobachter, um diesen Versuch mit Erfolg anzustellen, vollkommen unterstützt sein müsse, und sich nicht erheben dürfe, weil er dann über die Schwere der Gewichte nicht bloß durch den Druck, den sie ausüben, sondern auch durch die Anstrengung der Muskeln eine Vorstellung erhalten würde, welche, um sie zu erheben, erforderlich ist.

Nur der Tastsinn verschafft uns Druckempfindungen und Temperaturempfindungen.

Die Physiologen scheinen bis jetzt kaum daran gezweifelt zu haben, daß die inneren Theile, welche nicht mit Tastorganen versehen sind, gleichfalls fähig seien, uns die Empfindungen des Drucks, der Wärme und der Kälte zu verschaffen. Mir schien es zweifelhaft, daß diese besonderen Sinnesempfindungen auch da möglich sein sollten, wo die zu ihrer Wahrnehmung dienenden Sinnorgane fehlten. Um hierüber Gewißheit zu erlangen forderte ich meinen Freund Dr. Günther, Professor der Chirurgie in Leipzig, auf, bei einigen Kranken, bei welchen nach einer ausgedehnten und heftigen Verbrennung, und auf andere Weise ein großes Stück der Haut durch Eiterung zerstört worden war, mit mir gemeinschaftlich darüber Experimente zu machen, ob dieselben unterscheiden könnten, wenn die Wundfläche mit einem kalten oder warmen metallischen Körper berührt würde. Zu diesem Zwecke wurde ein Spatel in Wasser von + 7° bis + 10° R (8°,7—12°,5 C), ein anderer in Wasser von + 36° bis + 40° R (45°—50° C) eingetaucht, so daß sie diese Temperaturen annahmen. Wenn man nun den wärmeren und den kälteren Spatel bald nach einander mit der Wundfläche in Berührung brachte, so gaben die Personen auf die Frage, ob der berührende Körper warm oder kalt sei, eben so oft eine falsche als eine richtige Antwort, so daß sie bisweilen dreimal hinter einander zu empfinden behaupteten, daß sie mit einem kalten Körper berührt würden, während derselbe warm war. Wurden aber dieselben Versuche in der Nachbarschaft der Wunde an unverletzten Theilen der Haut gemacht, so unterschieden sie die Temperatur leicht und sicher. Als man den Spatel in dem einen Falle noch wärmer machte, erregte er an dem Orte, wo die Haut zerstört war, Schmerz, bei den vorher erwähnten Versuchen war das nicht der Fall. Solche zerstörte oder wunde Theile der Haut sind, wie man sich ausdrückt, sehr empfindlich, d. h. schon schwache Einwir-

kungen verursachen Schmerzen. Sogar der Wechsel der Witterung kann in solchen Theilen auf eine sonst unbegreifliche Weise Empfindungen hervorrufen, und dessen ungeachtet ist das Vermögen, Wärme und Kälte zu unterscheiden, nicht nur nicht gesteigert, sondern sogar ganz aufgehoben. Ich erhielt auch durch Dr. Günther die Gelegenheit, die Unempfindlichkeit der Gedärme gegen die Kälte in einem Falle zu beobachten, wo mehrere Windungen derselben durch eine Bauchwunde hervorgedrungen, und nur durch die hervorgedrängte Bauchhaut bedeckt waren. Sie wurden mit einem Tuche bedeckt, das so eben in kaltes Wasser eingetaucht worden war, welches (im September) die Zimmertemperatur hatte; der Patient hatte dabei nicht die geringste Empfindung von Kälte oder Schmerz und fühlte auch keinen Druck.

Zu demselben Resultate führten Versuche, welche Steinhäuser*) bei einer Frau anstellte, bei welcher sich in Folge einer Abdominalschwangerschaft ein Absceß am Unterleibe gebildet hatte, und ein anus artificialis am Dickdarme entstanden war, der später heilte. Bei dieser Frau, die sonst vollkommen gesund war, und namentlich auch gut verdauete, trat durch eine, $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser große Oeffnung der Darm, indem er sich umstülpte, hervor. Nachdem Steinhäuser der Frau die Augen mit einem Leinentuche verdeckt hatte, berührte er die Schleimhaut längere Zeit mit Eis, und hierauf mit einem Eisen, das so warm war, daß man es kaum in der Hand halten konnte. Aber die Patientin fühlte nichts davon. Wurde die Schleimhaut mit einer Nadel gestochen, so merkte sie nicht, daß sie berührt wurde. Diese Versuche wurden oft und immer mit demselben Erfolge wiederholt. Sogar von der Berührung mit Höllenstein, und als ein Stückchen Schleimhaut mit der Scheere ausgeschnitten wurde, fühlte die Patientin nichts.

Wenn man sehr warme oder sehr kalte Getränke verschluckt, so bemerkt man, daß die Zunge, der Gaumen und der Schlund Tastsinn haben. Von hieran verschwindet er aber oder wird wenigstens so unvollkommen, daß man daran zweifeln kann, ob er noch überhaupt vorhanden sei. Füllt sich der Magen mit warmen oder kalten Getränken, oder wird der Dickdarm durch Klystiere mit warmen und kalten Flüssigkeiten erfüllt, so müssen in wenig Secunden die anliegenden Häute und Muskeln die Einwirkung der Wärme und Kälte erleiden. Es müßte daher alsbald eine gar nicht zu verkennende Empfindung von Wärme und Kälte entstehen. Es entsteht aber bei solchen Graden, die in der Haut keinen Schmerz verursachen, gar keine Empfindung. Freilich, wenn die Kälte und Wärme einen solchen Grad erreicht, daß sie in der Haut Schmerz erregen würden, so können die Flüssigkeiten allerdings auch in diesen innern Theilen eine dem Gemeingefühle angehörende, jedoch schwächere Empfindung hervorrufen, aber es ist nicht die Empfindung von Wärme und Kälte, die man hat, und noch viel weniger ist man im Stande, gradweise Unterschiede derselben zu empfinden. Um selbst einige Versuche dieser Art zu machen, that ich in ein Trinkglas voll Wasser, das vor dem Fenster in der Frostkälte stand, so viel Schnee, daß es sich bis auf 0° R abkühlen mußte, und trank es schnell aus. Ich empfand die große Kälte desselben deutlich in der ganzen

---

*) Steinhäuser, Experimenta nonnulla de sensibilitate et functione intestini crassi. Lipsiae 1831, pag. 19.

Mundhöhle und am Gaumen und Rachen. Aber ich fühlte nicht das allmählige Hinabdringen des kalten Wassers durch die Speiseröhre. In der Magengegend hatte ich zwar eine Empfindung, die ich für die Empfindung einer schwachen Kälte hielt; da sie aber nur in der Gegend der vorderen Magenwand, nicht in der Gegend der hinteren nach dem Rücken zu gespürt wurde, so vermuthe ich, daß diese Empfindung von einer Mittheilung von Kälte an die Haut des Bauchs in der Magengegend hergerührt habe. Ich machte den entgegengesetzten Versuch und trank so schnell als möglich drei Tassen voll Milch, deren Temperatur in der ersten Tasse + 56° R (+ 70° C), in der dritten + 50° R (62°,5 C) betrug, in der zweiten aber eine Temperatur hatte, die zwischen diesen Temperaturen in der Mitte stand. Ich fühlte die Wärme im Munde, im Gaumen und im Schlunde, nicht aber in der Speiseröhre. Im Momente, wo die verschluckten Portionen im Magen ankamen, hatte ich eine längere Zeit fortdauerndes Gefühl, aber es war nicht deutlich das Gefühl von Wärme, ich hätte es bisweilen sogar mit einem Kältegefühl verwechseln können. Versuche, welche von mir bei mehrern Personen mit kalten Klystieren gemacht wurden, sind schon oben S. 497 angeführt worden. Auch sie bestätigten es, daß innere Theile, die nicht mit Tastorganen versehen sind, uns nicht die Empfindung der Wärme und Kälte verschaffen können; und daß Theile, die nicht mit Tastorganen versehen sind, uns auch nicht die Empfindung des Drucks verschaffen können, dafür ist schon oben die Erfahrung angeführt worden, die ein Jeder mit dem Zwerchfelle zu machen Gelegenheit hat, so wie auch die, daß ein Druck, der auf den Stamm eines Tastnerven ausgeübt wird, nicht die Empfindung von Druck, sondern von Schmerz verursacht. Eben so entsteht, wenn Wärme, Kälte oder Druck den entblößten Zahnkeim afficirt, ein Nervenschmerz, der in allen drei Fällen derselbe ist, und nicht die mindeste Aehnlichkeit mit den Empfindungen der Wärme, Kälte und des Druckes hat.

Die Schleimhaut der Nase ist nur am vorderen Eingange in die Nase, ferner am Boden und in der Nähe des Bodens der Nasenhöhle mit Tastsinn begabt, in den höheren Regionen, zu welchen sich der Geruchnerv verbreitet, und wo die Schleimhaut mit dem Flimmerepithelium bedeckt ist, scheint der Tastsinn zu fehlen, obgleich die Haut ein sehr lebhaftes Gemeingefühl hat. Zieht man daher bei großer Winterkälte mit Kraft sehr kalte Luft durch die Nase ein, so empfindet man die Kälte am Eingange der Nase, auf dem Boden derselben und auf der oberen Oberfläche des Gaumenvorhangs, nicht aber in den höheren Regionen. Eben so empfindet man die Kälte und den Druck eines kalten, runden, glatten Eisenstäbchens, das man in die Nase einbringt, am Eingange, wenn es aber in die höhern Regionen kommt, so bringt es nur einen Kitzel oder Schmerz hervor, keineswegs die Empfindung der Kälte und des Drucks.*)

*) Als ich den schon oben S. 499 angeführten Versuch bei mir selbst anstellte, und, während ich auf dem Rücken lag, in das eine Nasenloch eiskaltes Wasser durch eine zugespitzte Glasröhre füllen ließ, erfüllte sich zuerst diese Nasenhöhle, dann der oberste Theil des Pharynx und von da aus die andere Nasenhöhle, so daß das Wasser in beiden Nasenlöchern bis an den Rand reichte. Ich konnte athmen und sogar sprechen, ohne daß das Wasser weiter in den Rachen hinabfloß. Die Nasenhöhlen nebst ihren Nebenhöhlen faßten bei mir in dem einen Falle 16,6 Cubikcentimeter, in dem andern 17,2 Cubikcentimeter Wasser. Bei einem Jünglinge von 16 Jahren, bei welchem ich denselben Versuch anstellte, faßten die Na-

Die Elementarfäden der Tastnerven und ihre peripherischen und centralen Enden.

Die Haut ist zugleich Sinnorgan und Absonderungsorgan. Für beide Zwecke nimmt man in ihr kleinere Organe wahr. Die Hautwärzchen und Haarbälge, vielleicht auch die Pacinischen Körperchen, sind Werkzeuge für das Sinnorgan, die Hautdrüsen gehören dem Secretionsorgane an.

Ueber den feineren, durch das Mikroskop zu entdeckenden, Bau der Haut, für den Zweck des Tastsinns, weiß man äußerst wenig.

Die Elementarfäden der Tastnerven unterscheiden sich in ihrem äußeren Ansehen nicht von den Elementarfäden der Nerven der animalischen Muskeln, sie haben daher ungefähr einen viermal größeren Durchmesser als die Fäden des Geruchnerven und Sehnerven, und ungefähr einen noch einmal so großen Durchmesser als die Fäden des Gehörnerven. Aber die Geschmacknerven scheinen dasselbe Ansehn und dieselbe Größe als die Tastnerven zu haben. Dieser Unterschied in der Größe rührt zum Theil von den dickern Hüllen her, durch die die Elementarfäden der Tastnerven, Geschmacknerven und Muskelnerven vor dem Drucke der sie umgebenden Theile, namentlich auch der Muskeln, geschützt werden. Da die Geruchnerven, Sehnerven und Gehörnerven auf ihrem kurzen Wege sehr geschützt sind, so bedurfte es bei diesen letzteren wohl keiner so dicken Hüllen für die Elementarfäden, und daher sind sie von einfachen Contouren begränzt, während die Contoure der Elementarfäden der Tastnerven doppelt, und diese Nerven im Ganzen viel härter sind als die genannten drei Nerven. Bell verdanken wir die Entdeckung, daß es besondere Gefühlsnerven und Bewegungsnerven giebt, und daß die Gefühlsnerven der Haut und anderer Theile des Rumpfs und der Extremitäten, wenn sie in die Nähe des Rückenmarks kommen, sich von den Muskelnerven trennen, mit welchen sie auf dem größten Theile ihres Wegs gemengt lagen und daselbst die hintere, mit einem Spinalganglion versehene, Wurzel der Rückenmarknerven bilden. Magendie hat diese Entdeckung durch sehr schätzbare Experimente in ein helleres Licht, und Joh. Müller hat sie durch seine Versuche außer allen Zweifel gesetzt. Die Empfindungsnerven zeichnen sich, wie R. Wagner bemerkt, dadurch vor den Bewegungsnerven (und den drei oben genannten Sinnesnerven) aus, daß die Elementarfäden, da wo sie durch das Spinalganglion gehen, durch eine Ganglienkugel unterbrochen werden. Man muß von der Zukunft Aufschluß darüber erwarten, was diese Einschaltung einer Ganglienkugel in den Elementarfäden der Empfindungsnerven für einen Zweck habe.

senhöhlen in dem einen Falle 8,3, in einem zweiten 11,7 Cubikcentimeter Wasser. Die kalte Temperatur desselben empfand ich nur am Eingange, ferner ganz schwach auf dem Boden der Nase, endlich etwas deutlicher auf der oberen Oberfläche des Gaumenvorhangs. Von der Anfüllung der anderen Nasenhöhle mit Wasser nahm ich nichts wahr und würde davon gar nichts gemerkt haben, wenn nicht mein Assistent mich darauf aufmerksam gemacht hätte, daß das Wasser an dem andern Nasenloche emporsteige. War das eingefüllte Wasser 0° C., so entstand in der Stirnhöhle ein eigenthümlicher Schmerz, der aber keine Aehnlichkeit mit der Empfindung der Kälte hatte. Der junge Mensch bemerkte diesen Schmerz vorzüglich in der Gegend des Canalis lacrymalis. Wasser, das beim Einfüllen 0° C. hatte, und nachdem die Nasenhöhle erfüllt war sogleich wieder ausfloß, war in der kurzen Zeit in der Nasenhöhle so warm geworden, daß es, als es in einem Gefäßchen aufgefangen wurde, das bis zu + 20 C. erwärmt war, eine Temperatur von + 25° C. zeigte.

Ich habe schon auf die große Wichtigkeit der Entdeckung Fontana's aufmerksam gemacht, *) welche Prevost und Dumas und ferner Edwards bestätigt hatten, daß die Elementarfäden der Nerven auf ihrem Wege zum Gehirn keine Aeste aufnehmen oder abgeben, sondern als einfache, ungetheilte, ziemlich gleich dicke Fäden dahin gehen und gezeigt, daß dieses Resultat der mikroskopischen Anatomie durch physiologische Experimente über die Function der Nerven bestätigt werde. Ich sagte: die Fortpflanzung des Eindrucks scheine nur durch diejenigen kleinsten Nervenfäden, die unmittelbar gereizt werden, zu geschehen, und der Reiz scheine sich nicht von einem Nervenfaden auf andere Nervenfäden fortzupflanzen, weil sie mit denselben nicht durch ihr Nervenmark zusammenhängen. Durch diese Einrichtung werde bewirkt, daß eine bestimmte Stelle des Tastorgans mit einer bestimmten Stelle des Gehirns durch einen einzigen ungetheilten Faden in Zusammenhang gebracht werde. Es scheint nichts darauf anzukommen, welche Umwege der Nervenfaden unterwegs macht, und in welcher Nervenscheide er mit andern Nervenfäden beisammen liegt, aber wir dürfen vermuthen, daß viel darauf ankomme, daß der Ordnung, in welcher die Nervenfäden von der Haut ausgehen, eine zweite Ordnung entspreche, in welcher sie im Gehirne endigen. Joh. Müller **) hat hierauf sowohl durch seine trefflichen Untersuchungen das Factum, daß die Elementarfäden keine Aeste abgeben und aufnehmen, bestätigt, als auch sehr interessante Folgerungen daraus gezogen. Ueber die Frage, wo und wie sich die Tastnerven im Gehirne endigen, können wir noch keine bestimmte Auskunft geben, aber die Erfahrungen, die wir bei Menschen über die halbseitige Lähmung, Hemiplegia, machen, erlauben es uns, die Gegend des Gehirns, wo das Centralorgan für den Tastsinn zu suchen ist, anzuzeigen, nämlich jenseits des Sehhügels und des gestreiften Körpers nach den Windungen des großen Gehirns zu.

Bei der Hemiplegie experimentirt die Natur für uns. Sehr oft ist es ein Bluterguß im Sehhügel oder gestreiften Körper der einen Seite, und zugleich im anstoßenden Theile der Hemisphäre, oder in einem von diesen beiden Hügeln allein, selten an einem Orte, der den Windungen des großen Gehirns noch näher liegt, noch seltener an einem Orte, der sich hinter diesen Hügeln nach der medulla oblongata zu befindet, ***) welcher einen Druck auf einen so kleinen Theil des

---

*) Hildebrandts Handbuch der Anatomie des Menschen, umgearbeitet von E. H. Weber. Leipzig 1830. Bd. I. S. 275, 276, 281, 285 und 286.

**) Joh. Müller, in Froriep's Notizen. März 1831. Bd. 30. S. 113 und Handbuch der Physiologie des Menschen. Coblenz 1834. Bd. I. S. 665 ff.

***) Andral, Précis d'anatomie pathol. T. II. p. 281, übers. von Becker, II. 437, hat 386 Fälle von Hirnblutung gesammelt, jedoch ohne die Krankheitserscheinungen zu bemerken, unter diesen waren
202 Fälle, wo die Blutung in dem Theile der Hemisphären entstanden war, welcher in der Höhe der gestreiften Körper und der Sehhügel liegt und zugleich in diesen Organen,
61 Fälle, wo sie nur im gestreiften Körper,
35 Fälle, wo sie nur im Sehhügel,
27 Fälle, wo sie in der über dem Centrum semiovale gelegenen Portion der Hemisphäre gefunden wurde,
10 Fälle, wo sie im vordern Hirnlappen vor dem gestreiften Körper, endlich
7 Fälle, wo sie hinter dem Thalamus n. opt. im hintern Hirnlappen, und nur
44 Fälle, wo sie im kleinen Gehirne, Pons, Medulla oblongata, spinalis und Glandula pinealis erfolgt war.

Gehirns oder auch eine so eng begrenzte Zerstörung desselben hervorbringt, daß dieselben Theile auf der andern Seite des Gehirns nicht mit leiden. Der Blutandrang, der die Zerreißung eines Blutgefäßes zu Wege bringt, trifft anfänglich einen viel größern Theil des Gehirns, und bringt meistens völlige Bewußtlosigkeit und andere Erscheinungen eines umfänglichen Leidens des Centrums des Nervensystems hervor. Auch erregt der Bluterguß Nachwirkungen von größerm Umfange, als die Verletzung an sich hervorbringen würde, z. B. durch Hirnentzündung. Wenn sich nun aber diese Erscheinungen gegeben haben, so bleiben diejenigen übrig, welche die Folge der durch den Bluterguß angerichteten Hemmung oder Zerstörung sind. Es zeigt sich dann der merkwürdige Erfolg, daß das Empfindungsvermögen auf der Seite, auf welcher das Gehirn nicht verletzt ist, an der untern und obern Extremität, seltener nur an einer von beiden, und außerdem am Rumpfe von der Mittellinie am Rücken bis zur Mittellinie am Bauche geschwächt, oder mehr oder weniger vollkommen gelähmt ist, daß aber zugleich nur diejenigen Muskeln, welche die gelähmte Extremität oder die gelähmten Extremitäten zu bewegen bestimmt sind, nicht aber die Muskeln, welche die Theile des Rumpfs gegen einander bewegen, mehr oder weniger vollständig gelähmt sind.

Hiermit ist sehr häufig die Lähmung der einen Hälfte der Zunge, mehrerer Gesichtsmuskeln und des Tastsinns auf derselben Seite des Kopfs, wo die Extremitäten gelähmt sind, verbunden.

Ich habe an einigen Patienten eine Reihe von Experimenten ausgeführt, um im Einzelnen zu prüfen, welche Muskeln gelähmt, und ob dieselben vollkommen gelähmt wären, ferner in welcher Ausdehnung und in welchem Grade der Tastsinn und das Gemeingefühl gelähmt sei, und bin dabei zu folgenden Resultaten gelangt. Bei der einfachsten, nicht complicirten, Hemiplegie werden nur die Tastorgane der einen Seitenhälfte und die sie bewegenden Muskeln (wiewohl in der Regel nicht vollständig) gelähmt, dagegen bleiben diejenigen Muskeln, die mit der Bewegung der Tastorgane nichts zu thun haben, frei von der Lähmung. Es werden daher gelähmt: die Haut und die Muskeln des einen Arms (wohin unter andern auch der Cucullaris, Latissimus dorsi, und Serratus anticus major gehören), ferner die Muskeln des einen Beins, der einen Hälfte der Zunge und der einen Hälfte der Lippen, und der übrige Theil der Haut auf derselben Seite des Kopfs und Rumpfs. Es werden dagegen nicht gelähmt diejenigen Muskeln, die nichts zur Bewegung jener mit Tastsinn versehener Glieder beitragen, sondern nur einen Theil des Rumpfs gegen den andern bewegen, also die Muskeln, die den Rumpf strecken, beugen und drehen, ferner die Intercostalmuskeln und die Bauchmuskeln. Es versteht sich von selbst, daß sich die Lähmung oft nicht über die ganze Seite des Körpers erstrecke, sondern nur auf den Arm oder nur auf das Bein, und nur auf einen Theil der Haut des Rumpfs. Aber sie erstreckt sich in nicht complicirten Fällen nicht auf die Muskeln der andern Seite, und die vordere und hintere Mittellinie bildet eine Grenze, über welche hinaus die Lähmung der Haut nicht reicht. Die Arme, Beine, die Zunge, die Lippen, die Kiefer sind Theile, welche bei der Entstehung des Menschen nicht sogleich vom Anfange gebildet werden, wenn der Kopf und Rumpf entstehen, sondern nachträglich als Anhänge hervorwachsen. Die

Nerven dieser Tastorgane und ihrer Muskeln scheinen sich hoch hinauf in das große Gehirn zu begeben, während die Nerven der Muskeln, die den Rumpf bewegen, tiefer unten in der medulla oblongata ihren Mittelpunkt zu haben scheinen, und daher die Tastnerven nicht in's Gehirn begleiten. Da gewisse Regionen der Haut und der genannten Muskeln gleichzeitig gelähmt, und wenn die Krankheit sich bessert, auch oft beide wieder von der Lähmung befreiet werden, und da es zu den sehr seltenen Ausnahmen gehört, daß die Muskeln gelähmt werden, ohne daß zugleich Spuren von Lähmung in der Haut vorhanden sind, und daß die Haut gelähmt wird, ohne daß zugleich Spuren von Lähmung in den Muskeln vorhanden sind, und diese angeblichen Ausnahmen noch sehr einer genauen Revision bedürfen, so darf man mit Recht vermuthen, daß an dem angegebenen Orte des Blutergusses im Gehirne die Nerven der ganzen Hälfte der Haut nahe beisammen liegen, denn, wäre das nicht der Fall, so würden sich zu Folge einer so localen Verletzung niemals, viel weniger aber so oft, in der Haut der ganzen einen Körperhälfte Spuren von Lähmung finden,*) und ferner, daß die Nerven einzelner Abtheilungen der Haut an dem verletzten Theile des Gehirns nahe neben den Nerven gewisser Muskeln liegen, so daß der Druck, den das ergossene Blut ausübt, oder die Störung, die vermöge der Durchdringung mit Blut entsteht, fast immer zugleich gewisse Nerven der Haut und der Muskeln trifft. Ich bin der Meinung, daß an dem Orte des Blutergusses, welcher die Hemiplegie erzeugt, nicht das Nervencentrum für den Tastsinn zu suchen sei, sondern daß sich hier die Nerven noch auf dem Wege zu diesem Centrum befinden. Wenn das Nervencentrum selbst afficirt wird, so scheinen Krämpfe zu entstehen, die mit Gefühllosigkeit der afficirten Theile verbunden sind. In den Fällen, wo ich mit der Hemiplegie Behaftete untersuchte, waren die Haut und Muskeln nicht immer in allen ihren Theilen gelähmt. Das ist auch gar nicht zu erwarten. Denn die Störung, die der Druck des ergossenen Bluts, oder die Durchdringung des Gehirns mit Blut hervorbringt, trifft unstreitig nicht jeden einzelnen Nervenfaden, und nicht einmal alle Bündel der in der Nähe liegenden Nervenfäden. Bei einem Drucke, den wir auf den nervus ulnaris ausüben, werden auch nicht alle Nervenfäden afficirt oder in gleichem Grade getroffen. In allen diesen Fällen sagt man, das Gefühl sei pelzig. Dadurch, daß viele Nervenfäden, die in ihrem Leitungsvermögen behindert oder beschränkt sind, mit andern vermengt sind, bei welchen das nicht der Fall ist, scheint der Tastsinn außerordentlich gestört zu werden. Dasselbe scheint auch hinsichtlich des Bewegungsvermögens bei den mit Hemiplegie Behafteten stattzufinden, die Function der Muskeln aber wird dadurch noch mehr gestört, als die der Haut. In der Haut wechseln Theile, wo Nadelstiche oder die Berührung mit einem in heißes Wasser getauchten Löffel gar nicht gefühlt werden, mit andern ab, wo dergleichen stärkere Einwirkungen als eine Berührung em-

*) Wenn es sich bestätigen sollte, daß wirklich die Muskeln der einen Körperhälfte gelähmt werden könnten, ohne daß sich zugleich Spuren einer Lähmung oder Schwächung des Empfindungsvermögens fänden, und daß umgekehrt die Lähmung der Haut der einen Körperhälfte beobachtet würde, ohne daß sich Spuren einer Lähmung oder Schwächung der Muskeln zeigten, so würde man vermuthen dürfen, daß die Empfindungs- und Bewegungsnerven jenseits des Sehhügels und gestreiften Körpers, und also noch näher an den Windungen des Gehirns sich mehr von einander entfernten, als es in den Sehhügeln und den gestreiften Körpern der Fall ist.

pfunden werden, ohne daß sie Schmerz erregen. Allein man würde sich sehr irren, wenn man glaubte, daß an diesen Theilen die Fähigkeit, Schmerz zu empfinden, aufgehoben sei, während der Tastsinn fortbestehe. Stiche und die Berührung heißer Körper schmerzen nur deswegen nicht, weil sie nur als ein schwacher Kitzel empfunden werden, den man nicht Schmerz nennen kann, sie bringen daher nicht eine Tastempfindung hervor, sondern eine Gemeingefühlempfindung, die aber, weil nur wenige Nervenfäden den Eindruck fortpflanzen, oder weil die Nervenfäden den Eindruck nur unvollkommen und daher schwach fortpflanzen, von zu geringer Stärke ist, als daß er schmerzen könnte. Nur an manchen Theilen der Haut ist der Tastsinn ungeschmälert vorhanden, und an diesen empfindet der Patient auch Schmerz, wenn er gestochen oder mit heißen Körpern berührt wird. Die Störung, die der Tastsinn erleidet, weil gelähmte und nicht gelähmte Nervenfäden unter einander gemengt sind, zeigt sich unter andern auch dadurch, daß der Patient die Berührung mit einem Finger nicht von einem Nadelstiche unterscheiden kann, und daß er über den Ort, wo er berührt wird, eine sehr unvollkommene Vorstellung erhält, so daß er z. B. glaubt, er werde an der Wade berührt, wenn man den Fußrücken berührt, oder er werde an dem Kreuz berührt, wenn man die Mitte des Rückens berührt. Ob Tastsinn vorhanden sei oder nicht, zeigt sich sehr leicht daran, ob der Patient mäßig warme Körper von kalten Körpern unterscheiden kann.*)

---

*) Um eine anschauliche Vorstellung davon zu geben, wie bei der Hemiplegie nahe neben einander liegende Theile der Haut ihren Tastsinn, und bald mehr oder weniger auch das Gemeingefühl verlieren können, setze ich eine kurze Relation von einem speciellen Falle hierher:

G., 68 Jahre alt, Spielkartenfabrikant, leidet seit ungefähr 8 Wochen an Hemiplegie, die dadurch entstanden sein soll, daß er sich dem Zuge bei offnen Fenstern ausgesetzt, während er vorher bei angestrengter Arbeit geschwitzt hatte. Die Krankheit begann damit, daß er plötzlich nicht mehr stehen konnte, weil der linke Fuß zusammenknickte. Das Bewegungsvermögen ist im linken Arme und Fuße gelähmt, ungelähmt dagegen sind die Drehmuskeln des Kopfs und Rumpfs, die Ausstreckemuskeln des Rückens und die Beugemuskeln des Kopfs und Rückens, die Kaumuskeln, die Athmungsmuskeln und die Bauchmuskeln. Der Patient kann sich im Bette nicht aufrichten, denn dazu wird die Thätigkeit gewisser, von den Beinen zum Rumpfe gehender, Muskeln erfordert, wohl aber kann er sich, wenn er aufgerichtet wird, drehen, beugen und strecken. Der Pectoralis major und Latissimus dorsi sind also gelähmt, das Zwerchfell dagegen, die Intercostalmuskeln und die Sternocleido-mastoidei sind es nicht. Das Empfindungsvermögen, Tastsinn und Gemeingefühl, sind am ganzen linken Beine und Arme gelähmt oder geschwächt. Es giebt indessen einzelne Stellen am Rücken des Fußes, am Unterschenkel zwischen tibia und fibula, wo Stiche, die man mit einem spitzen Messerchen macht, empfunden werden, aber nicht als Schmerz, wie am rechten Fuße, sondern als Berührung oder Kitzel, wodurch ein Zusammenfahren des Patienten und bisweilen ein Zucken eines einzelnen Muskels des Beins in der Gegend des Vastus ext. oder des Tibialis ant., und also Reflexbewegung entsteht, woraus man sieht, daß auch diese Muskeln nicht ganz gelähmt sind. Es giebt Theile der Haut, wo der Patient gar nichts fühlt und andere, wo die Berührung mit einem 51° R. bis 56° R. heißen Löffel keinen Schmerz, aber eine Empfindung der Berührung hervorbringt. Am Rücken des Fußes und am vordern Theile des Unterschenkels fühlt er nicht, wenn er mit dem Finger berührt wird, und kann Kälte und Wärme nicht unterscheiden, er fühlt aber die Berührung jenes heißen Löffels als einen Stich; über den Ort des Stichs ist er jedoch so im Unklaren, daß er z. B. glaubt, er werde in die Wade gestochen, wenn er am Rücken des Fußes berührt wird. Auf der linken Seite des Bauchs, an dem den Rectus abdominis bedeckenden oder neben ihm liegenden Theile der Haut fühlt er Stiche nicht als Schmerz, wohl aber als Berührung, kann aber nicht unterscheiden, ob er mit einem

Auch die Art der Endigung der Tastnerven in der Haut ist uns noch nicht gehörig bekannt. Es wird durch meine Versuche über den Ortsinn der Haut sehr wahrscheinlich, daß ein jeder elementare Nervenfaden eine größere Abtheilung der Haut empfindlich mache, aber es ist noch nicht durch die mikroskopischen Untersuchungen hinreichend gewiß, auf welche Weise dieses geschehe, ob dadurch, daß ein solcher elementarer Nervenfaden sich vielfach hin- und herbeugt und an verschiedenen Orten seines Verlaufs Eindrücke aufnehmen kann, oder ob er sich in der Nähe seiner Endigung in Aeste theilt. Wir haben z. B. von ferneren Untersuchungen die Entscheidung darüber zu erwarten, ob die Schleifen der sich umbeugenden Elementarfäden der Zahnnerven, die G. Valentin *) in dem Backenzahne des Schafs beschrieben und abgebildet hat, wirklich die Enden dieser Nerven sind, und ob die Hautnerven sich auf eine ähnliche Weise in den Hautwärzchen, Haarzwiebeln und an andern Orten des Tastorgans so endigen. Was E. Burdach **) und Valentin ***) an der Haut des Frosches über die Tastnerven beobachtet haben, reicht nicht aus, um sich eine Vorstellung davon zu machen, wie die Einwirkung der Wärme und Kälte und des Drucks auf die Tastnerven geschieht. Eine Theilung der Nervenenden in Aeste hat man bisweilen in den Vaterschen oder Pacinischen Körperchen gefunden, von denen freilich noch zweifelhaft ist, ob sie Empfindungsorgane sind. Namentlich ist in den Pacinischen Körperchen, in zwei Fällen von Henle und Kölliker †) und in so zahlreichen Fällen von Herbst ††) eine solche Theilung eines Elementarfadens in Aeste beobachtet worden, daß Herbst die Theilung für die Regel zu halten geneigt ist. Die neuerlich nach Pacini benannten, 1741 von Vater †††) an der Hand und am Fuße des Menschen entdeckten, und papillae nerveae

---

Finger berührt oder mit einer Nadel gestochen wird. Hohe Wärmegrade scheint er von Kälte zu unterscheiden. Jenseits der Mittellinie ist er empfindlich. Am linken Theile des Rückens empfindet er, wenn er mit einem kalten und einem heißen Löffel abwechselnd berührt wird, die Berührung, unterscheidet aber die Wärme und Kälte nicht, und den Ort der Berührung so unvollkommen, daß er am Kreuz berührt zu werden glaubt, wenn es mitten auf dem Rücken geschieht. Seitwärts in der Weiche und auf dem Glutaeus fühlt er auch nicht einmal Berührung eines heißen Löffels. An der Brust unterscheidet er rechts von der Mittellinie deutlich Wärme und Kälte, links von ihr empfindet er sie nicht, wohl aber unterscheidet er in der Linie, in welcher die Gelenke der Rippenknorpel liegen, Nadelstiche als Berührung. Dicht daneben nach außen fühlt er sie nicht. Am Halse hat er kein Gefühl von Wärme und Kälte, wohl aber im Gesichte, in der Nähe des Mundes, auf beiden Kiefern und am Jochbeine. Am Backen wechseln fühlende und fühllose Theile mit einander ab. Ohne Gefühl ist das Ohr; auch das Brennen des heißen Löffels wird hier nicht empfunden, nicht einmal als Berührung. Das Gefühl am linken Arme habe ich nicht genauer untersucht.

*) Valentin, Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. Acta Acad. Caesar. Leopold. Carol. Nat. cur. Vol. XVIII. P. I. Tab. VI. Fig. 31 et 32.

**) E. Burdach, Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nerven. Königsberg 1837. Tab II. Fig. 3.

***) Valentin a. a. O. Tab. III. Fig. 3.

†) Henle und Kölliker, über die Pacinischen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugethiere. Zürich 1844. 4.

††) G. Herbst, die Pacinischen Körperchen und ihre Bedeutung, mit 16 lithogr. Taf. Göttingen 1848. 8., wo auch die Literatur dieses Gegenstandes zu finden ist.

†††) A. Vater, siehe Lehmann de consensu partium c. h. praeside A. Vater. Vitembergae 1741. 4., recus. in Halleri Disp. anat. select. Vol II. p. 970, 971.

genannten, Körperchen sind sehr räthselhafte Theile, und ihr regelmäßiges von Henle und Kölliker entdecktes Vorkommen am Mesocolon und am Pancreas der Katze will sich mit keiner der Ideen vertragen, nach welchen man sie als Hülfsorgane für den Tastsinn betrachten möchte. Herbst*) hat bei der Katze am mesocolon 20 bis 160, an dem mesenterium derselben 2 bis 79, an der Oberfläche der Mesenterialdrüsen 40 bis 50 und an dem Pankreas 40 bis 60 Pacinische Körperchen gefunden. Bei dem Leopard fand er am Mesenterium keine. Herbst rechnet, daß in der Hand des Menschen etwa 600 Pacinische Körperchen liegen, in der Hohlhand zählte er 223, am Daumen 65, am Zeigefinger 95. Sie liegen im Panniculus adiposus. Man hat sie bis jetzt bei Haasen und Kaninchen an der Fußsohle vergeblich gesucht, und Herbst vermißt sie auch an der Fußsohle des Iltis und Wiesel, und bemerkt, daß auch bei allen jenen Thieren das fibröse Fettpolster fehle, in welchem sie bei Menschen und Thieren gefunden würden. Höher oben hat er sie bei Katzen, Hunden, Meerschweinchen und auch bei Nagethieren constant an der Beinhaut der inneren Fläche des Radius, am Nervus interosseus gefunden. Das Endstück des Markfadens, an welchem sich zuletzt eine knopfartige Anschwellung befindet, liegt in einer ovalen, durchsichtigen, aus vielen concentrischen Lagen bestehenden Kapsel, die nach Herbst eine Fortsetzung der Lagen zu sein scheint, aus welchen die dicke Hülle der Elementarfäden der Tastnerven besteht. Diese Lagen scheinen sich an der ovalen Kapsel dadurch aufzulockern, daß sie mit Flüssigkeit erfüllte Zwischenräume zwischen sich haben. Bei einem jungen Igel zählte Herbst 14, bei dem Meerschweinchen 20 concentrische Lagen an der ovalen Kapsel. Wo sich der Nervenfaden theilt, findet man eben so viel Kapseln, deren Lagen unter einander continuirlich zusammenhängen und sich in einander fortsetzen.

Die empfindliche Oberfläche der Lederhaut und ihre unzähligen Wärzchen oder Papillen, sowie auch die in der Haut oder unter der Haut befindlichen Organe des Tastsinns, z. B. die Haarbälge und Zahnkeime, sind sehr gefäßreich und nervenreich, und werden durch eine gefäßlose und nervenlose Bedeckung vor zu starken und zerstörenden, Schmerz erregenden, Einflüssen geschützt. Die Bedeckung ist bald dünn, wie die Oberhaut der Conjunctiva des Auges und die Oberhaut der Zunge, bald sehr dick, wie die Oberhaut der Hohlhand und des Hohlfußes, bald endlich so dick und hervorragend, daß sie wie eine Sonde die Eindrücke durch eine größere Strecke einer gefühllosen Materie zu den mit Nerven versehenen Theilen leitet, wie das bei den Zähnen, Haaren und Nägeln der Fall ist. Wo diese schützende unempfindliche Decke entfernt wird, erregt die leiseste Berührung und jede beträchtliche Mittheilung von Wärme und Kälte Schmerz, z. B. an dem entblößten Zahnkeime und an der ihrer Oberhaut beraubten Haut. Die Hornbedeckungen leiten die Wärme sehr langsam. Theile, die mit einer dünnen Oberhaut versehen sind, verschaffen uns daher die Empfindung der Wärme und Kälte schneller und stärker, als andere Theile mit dicker Oberhaut.

Die Hautwärzchen, Papillae sind kleine, gefäßreiche Erhabenheiten der Lederhaut, welche nicht mit unbewaffnetem Auge sichtbar sind, da ihre Höhe nur etwa $\frac{1}{25}$ Paris. Linie beträgt. Jedes Hautwärzchen theilt sich, nach

*) Herbst, in d. Gött. gel. Anzeigen. Oct. 1848. St. 162. S. 1670 ff.

meinen Untersuchungen in 2, 3 oder mehrere kleinere Wärzchen, von welchen manche divergiren, so daß die Spitzen derselben ziemlich gleich weit von einander entfernt und von den Spitzen der nächsten Wärzchen abstehen. So verhält sich's sowohl auf der Hohlhand als auch auf dem Rücken der Hand, mit dem Unterschiede, daß die großen Hautwärzchen in der Hohlhand in Reihen stehen, welche die bekannten gekrümmten erhabenen Linien bilden, die man sehr gut mit unbewaffnetem Auge verfolgen kann, während die großen Hautwärzchen auf dem Rücken der Hand nicht in Reihen liegen. Eine erhabene Linie in der Hohlhand fand ich an ihrer Basis im Mittel 0,23 Paris. Linie breit. Eine solche Linie grenzt dicht an die nächste und jede enthält nebeneinander zwei Reihen von Hautwärzchen, von welchen sich jedes in 2, 3, 4 und mehrere kleinere Wärzchen theilt, so daß hier auf jeder Quadratlinie wenigstens 81 große Hautwärzchen, oder 150 oder 200 kleinere Hautwärzchen gerechnet werden können. Diese Hautwärzchen ragen in die innerste, undurchsichtigere, weiche, in der Bildung begriffene Lage der Oberhaut hinein, die bei dem weißen Menschen weißer, bei dem Schwarzen schwärzer ist als die übrige Oberhaut, und den Namen Rete Malpighi führt. Diese innerste Lage der Oberhaut bildet nicht einen gleich dicken, die einzelnen Hautwärzchen einhüllenden Ueberzug, sondern nur einen ziemlich dicken allgemeinen Ueberzug über jede erhabene Linie der Hohlhand, der an seiner innern Oberfläche ebenso viel Grübchen hat als Hautwärzchen existiren. Betrachtet man die innere Oberfläche des Rete Malpighi, wenn sich die Oberhaut sammt dem Rete Malpighi vollständig von der Lederhaut getrennt hat, so bilden die Theile des Rete Malpighi, die sich am tiefsten zwischen die Hautwärzchen hineingesenkt hatten und nun die Gruben umgeben, in welchen die großen Wärzchen gesteckt hatten, ein Netz, das bei Schwarzen schwarz, bei Weißen weiß aussieht. Diese netzförmige Gestalt der innern Oberfläche dieser Lage scheint die Ursache zu sein, warum Malpighi die ganze Lage ein Netz genannt hat, was sie nicht ist. Das Rete Malpighi unterscheidet sich noch dadurch von den ausgebildeten Lagen der Oberhaut, daß diese letztere aus unzähligen parallel gekrümmten äußerst dünnen Lamellen besteht, von welchen jede aus abgeplatteten Elementarzellen gebildet ist, die an ihren Rändern untereinander verwachsen sind. Bei dem Rete Malpighi sind die Elementarzellen noch nicht in dem Grade abgeplattet, die innersten sind sogar rundlich, auch sind die Elementarzellen noch nicht so untereinander an ihren Rändern verwachsen, daß sie bestimmte, aus einer einzigen Lage von Elementarzellen bestehende, Lamellen bilden. Die Dicke des Rete Malpighi und der ausgebildeten Oberhaut zusammen genommen fand ich in der Hohlhand ungefähr $\frac{1}{4}$ Paris. Linie, davon betrug die Dicke des Rete Malpighi, da wo es am dicksten war, $\frac{1}{22}$ Paris. Linie und über den Spitzen der Hautwärzchen, wo es am dünnsten war, $\frac{1}{44}$ Paris. Linie.

Die oberflächliche Lage der Lederhaut ist viel reicher an Haargefäßen als die übrige Lederhaut, die Hautdrüsen und Haarbälge ausgenommen. Sie ist von einem dichten blutführenden Haargefäßnetze durchzogen, dessen Röhrchen ich theils in der Haut des Arms eines Mannes gemessen habe, wo es sehr vollkommen mit Blut erfüllt war, theils am Rücken des Fußes eines Kindes, dessen Haargefäße vollständig injicirt waren. Die mit Blut erfüllten Haargefäße hatten folgende Durchmesser: die dünneren 0,0056 Par. Lin., d. h. ungefähr $\frac{1}{178}$ Par. Linien. Die dickeren 0,039 oder $\frac{1}{77}$ Paris. Linien. Die von den Haargefäßen umschlossenen Zwischen-

räume des Netzes waren größer, ihr Durchmesser war hin und wieder noch einmal so groß als der Durchmesser der Haargefäße, bisweilen aber auch nur um $\frac{1}{3}$ größer.

Von diesem dichten Haargefäßnetz erstreckte sich in jedes kleinere Hautwärzchen ein Haargefäß, das sich in der Nähe der Spitze desselben umbog und nun wieder in das Haargefäßnetz zurückkehrte und also eine in dem Hautwärzchen liegende einfache Haargefäßschleife bildete. Außer dieser Schleife hatte das Hautwärzchen weiter keine Blutgefäße. Bisweilen war diese Haargefäßschleife glatt, bisweilen wurde sie von einem geschlängelten Gefäße gebildet.

Es wäre nun noch übrig, ebenso genau die Nerven in den Hautwärzchen zu beschreiben. Ich hoffe, daß es mir in Zukunft gelingen wird, dieselben sichtbar zu machen, ich bin aber bis jetzt noch nicht dahin gelangt.

I. Ortsinn in der Haut.

Der Ortsinn beruhet darauf, daß zwei Empfindungen, auch wenn sie sonst ganz gleich sind, schon dadurch unterschieden werden können, daß sie an einem andern Orte unsers Körpers oder Sinnorgans erregt werden. Mag ein Druck oder mag die Einwirkung von Wärme und Kälte eine Empfindung hervorrufen, so können wir ungefähr den Ort angeben, wo die die Empfindung erregende Einwirkung auf unsere Haut geschieht, und wenn wir an zwei Theilen der Haut, die einander nicht allzunahe sind, gleichzeitig oder ungleichzeitig einen Eindruck durch Wärme, Kälte oder Druck empfangen, so unterscheiden wir die beiden Orte, wo auf unsere Haut eingewirkt wird, den größeren oder geringeren Abstand dieser Orte von einander, und können die Richtung der Linie ungefähr angeben, durch welche wir uns die beiden Orte verbunden denken können. Ich habe vor 20 Jahren*) durch eine Reihe von Versuchen erörtert, in welchem Grade man jenes Vermögen besitze und gefunden, daß es in verschiedenen Theilen der Haut in sehr verschiedenem Grade vorhanden sei, so daß es z. B. an der Zungenspitze über 50 Mal vollkommener sei, als auf der Haut, die die Mitte des Oberarms oder des Oberschenkels bedeckt. Die von mir angewendete Methode der Untersuchung war folgende: Ich berührte bei verschiedenen Menschen, die ihre Augen verschlossen oder abwendeten, mit zwei kleinen gleichgestalteten Körpern gleichzeitig zwei Theile der Haut, und fragte sie, ob sie fühlten, daß ein oder mehrere Körper sie berührten, und in welcher Richtung die Linie liefe, durch die sie sich die berührten Theile der Haut verbunden denken könnten, ob der Länge ihres Körpers nach

*) E. H. Weberi Panegyrin med. indicentis d. 13. mens. Nov. 1829. Annotationes anatomicae et physiologicae Prolusio VI. pag. 6. recus. sub Titulo: De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae auctore Ernesto Henrico Weber. Lipsiae 1834. p. 149. Als ich im Jahre 1829 gefunden hatte, daß man die Feinheit des Tastsinns an den verschiedenen Theilen der Haut sehr genau messen und vergleichen könne, forderte ich meinen Bruder, Eduard Weber, der damals in Göttingen lebte, auf, sich mit mir zu einer gemeinschaftlichen Untersuchung über den Tastsinn zu verbinden, und zu diesem Zwecke auf längere Zeit nach Leipzig zu kommen. Hierdurch würde diese Arbeit einen viel höheren Grad von Vollkommenheit erlangt haben. Mein Bruder war anfangs geneigt auf meinen Vorschlag einzugehen, wurde aber leider durch andere wissenschaftliche Arbeiten verhindert, Göttingen zu verlassen und ich war daher genöthigt, auf seine Beihilfe Verzicht zu leisten und die Arbeit allein zu unternehmen.

oder in querer Richtung. Ich schliff zu diesem Zwecke die Spitzen eines Zirkels mit cylindrischen Schenkeln so ab, daß die Endflächen $\frac{1}{3}$ Pariser Linie im Durchmesser hatten, damit sie, wenn man damit die Haut berührte, nicht stächen, sondern einen deutlichen Tasteindruck hervorbrächten. Denn sobald die Berührung Schmerz hervorruft, wird die Beobachtung dadurch sehr viel unvollkommener, weil der Schmerz niemals so local ist, als eine hinreichend starke Berührung mit einer nicht allzu kleinen Fläche, welche keinen Schmerz verursacht. Indem ich nun den Zirkel anfangs mehr, dann aber immer weniger öffnete, gelangte ich zu derjenigen Entfernung der Enden der Schenkel desselben, wo die zwei Eindrücke anfingen, als ein einziger Eindruck empfunden zu werden. Auch dann konnte der Beobachter oft noch bestimmen, ob die Linie, die die Enden des Zirkels verbindet, in der Längsrichtung seines Körpers und seiner Glieder, oder in querer Richtung läge. Denn er empfand zwar nur einen Eindruck, aber der berührte Theil der Haut schien eine längliche Gestalt zu haben und er konnte sagen, wohin der größere und der kleinere Durchmesser dieses länglichen berührten Theils der Haut gerichtet wäre. Wurde nun aufgeschrieben, bei welcher Entfernung der Enden des Zirkels noch zwei Berührungen unterschieden wurden, oder wenigstens die Richtung der Schenkel des Zirkels noch bestimmt werden konnte, und das Ergebniß zu anderer Zeit durch wiederholte Versuche bestätigt, und die Arbeit allmählig über die verschiedenen Theile der Haut fortgesetzt, so erhielt ich eine Uebersicht über die Feinheit des Tastsinns, insofern er sich als Ortsinn äußert. Vor allen Dingen war hierbei nöthig, die Ermüdung des Beobachters zu vermeiden und daher mit dergleichen Versuchen nicht lange fortzufahren. Es ergab sich hierbei unter andern Folgendes: Wenn man mit dem $\frac{3}{4}$ Zoll weit geöffneten Zirkel die Haut am hinteren Theile des Jochbeins in querer Richtung berührte, so empfand man nur eine Berührung oder glaubte wenigstens wahrzunehmen, daß die Enden des Zirkels einander sehr nahe wären. Je mehr man sich aber der Mitte der Oberlippe bei diesen Berührungsversuchen näherte, desto weiter schienen die Zirkelspitzen von einander abzustehen, und desto deutlicher empfand man die doppelte Berührung. Am weitesten schienen daher die Zirkelspitzen von einander abzustehen, wenn die Mitte der Oberlippe zwischen ihnen lag. Eine ähnliche Erfahrung machte man, wenn die Enden des Zirkels sich in senkrechter Lage befanden und zuletzt zugleich die Mitte der Oberlippe und Unterlippe berührten. Aenderte man nun den Versuch so ab, daß man mit den Enden des Zirkels, während sie sich in einer fast senkrechten Lage befanden, den Backen vor dem Ohrläppchen berührte und dann den Zirkel in steter Berührung so quer über das Gesicht weiter führte, daß die beiden Enden zugleich über die Mitte der Ober- und Unterlippe hinweggingen und hierauf denselben Weg auf der andern Hälfte des Gesichts nach dem Ohrläppchen hin weiter fortsetzten; so hatte der Beobachter das Gefühl, als ob die beiden Enden des Zirkels nicht zwei parallele Linien beschrieben, sondern bei ihrer Bewegung, je mehr sie sich der Mitte der Lippe näherten, desto mehr aus einander wichen, und je mehr sie sich auf der andern Seite des Gesichts von der Mitte der Lippen entfernten, desto mehr sich einander wieder annäherten, bis sie endlich wieder in einem Punkte zusammenzukommen schienen. Das obere Ende des Zirkels schien daher einen Bogen zu beschreiben, dessen Convexität aufwärts, das untere Ende dagegen schien einen Bogen zu beschreiben, dessen Convexität abwärts gerichtet war. Denselben Versuch

kann man sehr bequem auch an der Hand ausführen. Wenn man den Zirkel 4 Paris. Linien oder 6 Linien weit öffnet und mit den in querer Richtung gehaltenen Enden die Mitte des Unterarms berührt und ihn dann in steter und gleichmäßiger Berührung mit der Haut nach der Hohlhand und nach der Spitze des Zeigefingers weiter führt, so scheint der Zirkel auch anfangs eine einzige Linie zu beschreiben; auf der Hand theilt sich dieselbe in zwei Linien und jemehr man sich der Spitze des Zeigefingers nähert, desto mehr scheint sich der Zirkel aufzuthun und desto mehr scheinen die Linien, die er beschreibt, sich von einander zu entfernen. Auch an der Zunge erfährt man dasselbe, wenn man den Zirkel zwei Linien weit öffnet und damit in querer Stellung die Mitte des Zungenrückens berührt und dann denselben in steter Berührung mit der Zunge zur Zungenspitze führt.

Meine Erklärung dieses merkwürdigen Phänomens, die ich schon in meinen Programmen*) niedergelegt habe, ist folgende: Fontana hat beobachtet, daß die Elementarfäden der Nerven einfache Fäden sind, die weder Aeste aufnehmen noch abgeben. Hierauf und auf meine Versuche gestützt, die ich über die verschiedenen Grade der Feinheit des Ortsinns auf verschiedenen Theilen der Haut angestellt habe, nehme ich an, daß, wenn zwei sonst gleiche Eindrücke gleichzeitig denselben elementaren Nervenfaden an verschiedenen Orten treffen, nicht zwei Empfindungen entstehen, sondern nur eine. Nun kann es aber gar nicht anders sein, als daß jeder elementare Nervenfaden einen viel größeren Theil der Oberfläche der Haut empfindlich machen müsse, als die Fläche seines Querschnitts beträgt, denn denkt man sich alle Empfindungsnerven quer durchgeschnitten, und wie Klafterholz über einander geschichtet, so ergiebt sich, daß der gesammte Querschnitt aller Nerven sehr viel kleiner sei, als die Oberfläche der ganzen Haut. Man hatte sich schon viel Mühe gegeben zu erklären, wie die Haut in allen ihren Puncten so empfindlich sein könne, daß überall ein Stich mit der feinsten englischen Nähnadel gefühlt werde. Prochasca hat vermuthet, die Nerven breiteten sich an ihren Enden in der Weise aus, daß das Nervenmark die Substanz der Haut durchdringe, und Reil nahm an, die Enden der Nerven wären auf eine ähnliche Weise von einer Nervenatmosphäre umgeben, wie die isolirten mit Elektricität gefüllten Conductoren

*) E. H. Weber, Panegyrin med. indicit d. 31. mens. Maj. 1833 respecta Rud. Sachse diss. inaug. de scarlatina Prolusio XIX. Lipsiae 1833 p. 7. recus. in libro: De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae. Lipsiae 1834. 4. pag. 149. „In partibus subtiliori sensu praeditis plures fibrae nerveae quam in partibus obtuso sensu instructis finiuntur. Duabus impressionibus in unam eandemque fibram nerveam simul factis, unus tantum et communis sensus, impressionibus autem in duas fibras factis, duplex et diversus sensus oritur. Una eademque fibra nervea haud dubie pluribus cutis locis virtutem sentiendi adfert, hincque fit, ut tam pauci nervi tantam superficiem cutis sensu perfundant, namque ne acutissima quidem acu cutem pungendo loca sensu plane carentia deprehendes. Loca vero, in quibus impressiones non confunduntur cum impressionibus in viciniam factis, in cute ita disposita sunt, ut in partibus cutis subtiliter sentientibus plura, in partibus obtuse sentientibus pauciora ejusmodi loca, distinctu facilia adsint. Diuturno manuum aliarumque partium usu variaque contrectatione locorum illorum conscii facti sumus. Quo plura autem ejusmodi loca inter utrumque apicem circini cutem tangentem interposita sunt, eo magis apices a se distare videntur.“

mit einer elektrischen Atmosphäre. Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse über das freilich noch sehr unvollkommen untersuchte Verhalten der Nerven an ihren Enden, darf man, wie schon oben erwähnt worden ist, vermuthen, daß die Enden der elementaren Nervenfäden entweder dadurch eine größere Strecke der Haut empfindlich machen, daß sie sich in Schleifen hin- und herschlängeln und beugen, und daß also ein und derselbe Faden an vielen Theilen seines geschlängelten Wegs Tasteindrücke aufnehmen könne, oder, daß die Fontana'sche Beobachtung für die peripherischen Enden der Nerven nicht gültig sei, sondern daß die elementaren Nervenfäden sich in der Nähe ihrer Endigung in Aeste theilten, und durch diese mit vielen Punkten der Oberfläche der Lederhaut in Berührung kämen, oder endlich, daß beide Einrichtungen zugleich dazu beitrügen, zu bewirken, daß ein einziger elementarer Nervenfaden eine ganze Abtheilung der Haut empfindlich machen könne. Für die schleifenartige Ausbreitung der elementaren Nervenfäden sprechen die oben angeführten Untersuchungen Valentin's, für eine Theilung derselben in Aeste spricht der Umstand, daß Henle, Kölliker und neuerlich in vielen Fällen Herbst gesehen haben, daß sich die elementaren Nervenfäden in den Pacinischen Körperchen wirklich nicht selten in Aeste theilen, und die Beobachtung von R. Wagner und Andern, daß eine solche Theilung an den Enden der Nerven des elektrischen Organs der Fische beobachtet werde, so wie auch die Beobachtung von R. Wagner, daß eine Theilung der Elementarfäden der Muskelnerven in der Nähe ihrer Endigung stattfinde.

Mag nun die Ausbreitung der Enden der elementaren Nervenfäden der Haut auf die eine oder auf die andere Weise geschehen; so kann man die Vermuthung aufstellen, daß die Haut in kleine Empfindungskreise getheilt sei, d. h. in kleine Abtheilungen, von welchen jede ihre Empfindlichkeit einem elementaren Nervenfaden verdankt. Nach meinen Untersuchungen zeigt sich nun, daß man zwei Eindrücke derselben Art, welche auf verschiedene Theile eines Empfindungskreises der Haut gemacht werden, nur so empfindet, als würden sie nur auf einen und denselben Theil der Haut gemacht, ferner, daß die Empfindungskreise der Haut in den mit einem feineren Tastsinne versehenen Theilen kleiner, in den mit einem unvollkommneren Tastsinne versehenen Theilen größer sind. Damit zwei gleichzeitige auf die Haut gemachte Eindrücke örtlich als zwei in einem gewissen Abstand von einander liegende Eindrücke unterschieden werden können, scheint erforderlich zu sein, daß die Eindrücke nicht nur auf zwei verschiedene Empfindungskreise gemacht werden, sondern auch, daß zwischen diesen noch ein Empfindungskreis oder mehrere Empfindungskreise liegen, auf welche kein Eindruck gemacht wird.

Die Gestalt, welche jene Empfindungskreise haben, läßt sich bis jetzt noch nicht näher bestimmen. Nur so viel läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß die Empfindungskreise an den Armen und Beinen eine längliche Gestalt haben und so liegen, daß der Längendurchmesser nach der Längenrichtung dieser Glieder liegt, denn an jenen Gliedern ist es nicht einerlei, ob die Zirkelspitzen, womit man das Glied berührt, der Längenaxe desselben parallel liegen, oder ob die Linie, durch die man sich beide Zirkelspitzen verbunden denken kann, einen rechten Winkel mit der Längenaxe der Glieder macht. Man muß den Zirkel in dem ersteren Falle viel weiter öffnen, wenn die Berührungen

der Schenkel desselben als zwei Berührungen empfunden werden sollen, als in dem letzteren. An der Mitte des Oberarms, sowohl vorn als hinten, mußte z. B. der senkrecht gehaltene Zirkel beinahe noch einmal so weit geöffnet werden, damit man deutlich zwei Berührungen fühlte, als wenn derselbe horizontal gehalten wurde. Aber auch am Oberschenkel, am Unterarme und Unterschenkel war der Ortsinn in der letzteren Richtung viel feiner als in der ersteren. An vielen andern Theilen des Körpers zeigt sich kein solcher Unterschied, woraus ich die Vermuthung schöpfe, daß daselbst die Empfindungskreise eine der runden Form sich annähernde Gestalt haben.

Ist meine Erklärung richtig, so müssen gleich große Abtheilungen der Haut an den Theilen, die mit einem sehr feinen Ortsinne begabt sind, mehr elementare Nervenfäden besitzen, als an den Theilen, die einen sehr stumpfen Ortsinn haben. Dieses bestätigt sich auch: denn wenn man die zwei dicken Nerven betrachtet, die auf der Hohlhandseite, und die zwei dünneren, die auf dem Rücken jedes Fingers hingehen, und nun wieder die Nerven der Finger mit der geringen Zahl von Nerven vergleicht, die eine gleich große Abtheilung der Haut des Rückens erhält, so findet man, daß die Zahl der elementaren Fäden der Empfindungsnerven auf der Hohlhandseite viel größer ist als auf der Rückenseite des Fingers, und am allergeringsten auf dem Rücken des Körpers.

Durch den langen Gebrauch und die oft wiederholte Bewegung unserer mit Tastsinn begabten Glieder, haben wir ein dunkles Bewußtsein von der Zahl und Lage unserer Empfindungskreise bekommen. Je mehr Empfindungskreise zwischen den uns berührenden Zirkelspitzen liegen, desto weiter scheinen uns diese Spitzen von einander entfernt zu sein, und umgekehrt. Sind daher die Empfindungskreise wie an den Fingerspitzen, und überhaupt in der Hohlhand klein und zahlreich, oder was dasselbe ist, endigen sich daselbst auf einem Quadratzolle der Oberfläche viel mehr elementare Nervenfäden, so scheinen uns die diesen Theil berührenden Zirkelspitzen weiter von einander entfernt zu sein, als wenn sie einen Theil der Haut des Rückens berühren, wo auf einem Quadratzolle der Oberfläche derselben viel weniger elementare Nervenfäden endigen. Die Zahl der elementaren Nervenfäden, welche auf einem Quadratzolle unsers mit Ortsinn begabten Tastorgans endigen, hat einen Einfluß auf den Maaßstab, womit wir den erfüllten Raum messen. Wären wir, wie manche Infusionsthiere, im Durchmesser hunderttausendmal kleiner, aber im kleineren Maaßstabe ebenso organisirt wie jetzt, und hätten dann also unsere Haut und unsere Nervenhaut, ungeachtet ihrer so äußerst kleinen Oberfläche, ebenso viel Abtheilungen, auf welchen zwei Eindrücke als zwei räumlich verschiedene Eindrücke unterschieden werden könnten, wären zugleich unsere Bewegungen, der Kleinheit der Bewegungsorgane entsprechend, proportional kleiner und langsamer, so würde, wenn auch die uns umgebende Körperwelt in derselben Proportion kleiner und dichter gruppirt wäre, und sich zugleich proportional langsamer bewegte, kein Unterschied zwischen dem Leben, welches wir jetzt führen und dem, das wir dann führen würden, statt finden. Aber in die Körperverhältnisse, wie sie jetzt sind, würden wir nicht passen. Ein Wassertropfen von 1 Zoll Länge würde ungfähr 1700 mal länger sein als wir selbst, und uns wie ein ansehnlicher Teich erscheinen. Unsere sinnliche Anschauung der Welt hängt von dem uns gegebenen kleinsten Maaßstabe ab, mit welchem wir die Zeit

und den Raum messen können. Der für unsere Anschauung von der Zeit gegebene kleinste Maaßstab ist der kleinste Zeittheil, in welchem wir uns einer Veränderung bewußt werden können, und er wird demnach gefunden, wenn wir wissen, wie viel mal wir in 1 Secunde wollen, oder wie viel unterscheidbare Empfindungen wir in 1 Secunde haben können. Der für unsere Anschauung des Raums gegebene kleinste Maaßstab beruht darauf, wie viel unterscheidbare Empfindungen wir auf der Flächeneinheit, auf der Quadratlinie haben können, wenn sie z. B. für das Gesicht mit möglichst kleinen schwarzen und weißen Vierecken, oder für das Gefühl mit möglichst kleinen viereckigen Erhabenheiten und Vertiefungen besetzt ist. Diese letztere Fähigkeit, auf einer Quadratlinie viele Theile unterscheiden zu können, beruht nun, wie ich behaupte, theils auf der Zahl der Elementarfäden der Nerven, die sich auf einer Quadratlinie unserer Haut, hauptsächlich aber auf der Zahl der Nervenfäden, die sich auf unserer Nervenhaut im Auge endigen, denn da auf dem mittelsten Theile der Nervenhaut des Auges die Enden der Elementarnerven viel dichter liegen als in der Haut, und wir daher, mittelst des Auges, auf einer Quadratlinie viel mehr unterscheidbare Theile wahrnehmen können, als mittelst der Haut, so benutzen wir den Maaßstab, der uns im Tastsinne gegeben ist, nicht, sondern den, der uns im Auge gegeben ist, und suchen auch das, was wir mit dem Tastsinne wahrnehmen, auf den Maaßstab zu reduciren, den wir im Gesichtsinne haben. Der Blindgeborne indessen ist nur auf den Tastsinn angewiesen. Ungeachtet er sich durch die geistigen Operationen seiner Seele alle geometrischen Verhältnisse construiren kann, so muß ihm doch der Raum eines Zolles mit einer viel geringern Zahl unterscheidbarer Theile ausgefüllt, und also kleiner zu sein scheinen, als einem Sehenden, da er kein Mittel hat, auf dem Raum eines Zolls mehr wahrzunehmen, als was er durchs Gefühl erkennt.

Volkmann*) hat sich im Wesentlichen mit mir übereinstimmend erklärt. Er sagt: »Wenn man die Zirkelenden auf eine Entfernung von etwa 1 Zoll stellt, und zuvörderst an einer Fingerspitze, dann aber allmälig immer weiter nach oben, dem Centrum des Körpers zuwärts, aufsetzt, so scheint dem Gefühle die Distanz der Zirkelspitzen immer kleiner zu werden, es kommt eine Hautstelle, wo diese Distanz nicht größer empfunden wird, als die Distanz einer Linie an der Kuppe des Fingers, und diese Stelle liegt da, wo die Distanz eines Zolls die kleinste ist, welche der Sinn wahrnimmt. Die Haut schätzt also die Größe der Objecte so, daß sie die Größe der letzten ihr wahrnehmbaren Distanz als Maaßeinheit annimmt. Nennen wir diese Maaßeinheit x, so ist die Größe eines Zolls für die Fingerspitze = 12 x, für eine Stelle in der mittleren Gegend des Arms = 1 x, denn jede Stelle der Haut giebt einem betasteten Objecte so viel mal die Größe x als sie Stellen enthält, die das x als gesondertes zu unterscheiden im Stande sind«.

J. Müller**) ist auch geneigt sich für meine Ansicht zu erklären, macht aber doch den Einwurf, daß nach derselben die beiden Empfindungen,

---

*) Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1836, S. 50.

**) J. Müller, im Archiv für Anatomie und Physiologie 1837. Jahresbericht CXXIX.

welche entstehen, wenn man mit der Fingerspitze den Arm berührt, nicht gleich sein dürften, die Fingerspitze müßte den berührten Theil des Arms groß, und der berührte Theil des Arms müßte die Fingerspitze klein empfinden. Diese zwei Empfindungen sind auch gewiß nicht gleich, aber da die eine deutlich und die andere dunkel ist, so hält man sich an die deutliche Empfindung, und man kann die Aufmerksamkeit nicht so abziehen und auf die dunkle allein hinlenken, daß man sein Urtheil über die Größe der berührten Fläche ganz allein auf die dunkle Empfindung gründen könnte. Müller ist der Meinung, daß sich die von mir gemachten Beobachtungen vielleicht auch so erklären ließen, daß die Gefühlsempfindungen am Arme so verwischt wären, daß sie Zerstreuungskreise bildeten, während sie an der Fingerspitze sehr bestimmt wären. Auf diese Weise lassen sich meine Experimente nicht erklären. Wenn man die beiden Zirkelspitzen über beide Lippen hinführt, so daß der rothe Theil der Lippen und die Mundspalte zwischen ihnen liegt, so ist die Wahrnehmung der Entfernung schon in der Gegend des Mundwinkels ganz bestimmt, und dennoch scheint sich der Abstand der Zirkelspitzen noch sehr zu vergrößern, während sie bis zur Mitte des Mundes fortbewegt werden. Durch die Zerstreuungskreise, die im Auge entstehen, erscheint uns der Gegenstand größer, hier aber scheint uns am Arm der ganze gedrückte Theil der Haut kleiner zu sein als an der Hand. Durch die Zerstreuungskreise kann sich der scheinbare Abstand der Zirkelspitzen nicht verkleinern, sondern nur undeutlicher werden.

Von dem, was ich über den Tastsinn bekannt gemacht habe, läßt sich eine Anwendung auf das Auge machen. So wie der Ortsinn auf der Zungenspitze am feinsten ist, und von da auf der Zunge ringsum mehr und mehr abnimmt, eben so ist er im Auge dort am feinsten, wo die Nervenhaut von der Augenaxe geschnitten wird, und nimmt von da ringsum nach vorn mehr und mehr ab.

Wenn man an diejenigen Theile der Haut eines Menschen, welche mit einem unvollkommneren Ortsinne begabt sind, z. B. in der Mitte des Unterarms oder Oberarms, das Ende einer quer abgeschnittenen cylindrischen, oder vierseitig prismatischen oder dreiseitig prismatischen Blechröhre andrückt, welche 1 Zoll oder 2 Zoll, oder sogar 3 Zoll im Durchmesser haben, so nimmt derselbe, wie weiter unten gezeigt werden wird, die Figur des ihn drückenden Randes nicht wahr, sondern glaubt von einem soliden Körper von unbestimmter Gestalt gedrückt zu werden; dagegen unterscheidet er sie mit der Hand oder Zunge äußerst deutlich. Mit der Zungenspitze nimmt er sogar die Figur des Querschnitts deutlich wahr, wenn die Blechröhre einen viel kleinern Durchmesser, z. B. von 1½ Linie hat. Es ist lange bekannt, daß die Gegenstände, welche sich seitwärts von der Augenaxe auf der Retina abbilden, so unvollkommen empfunden werden, daß man sehr seitwärts nicht einmal die ausgespreizten Finger der Hand mehr unterscheiden und zählen kann. Hueck,*) der die Abnahme der Empfindlichkeit der Nervenhaut von ihrem Mittelpunkte aus nach verschiedenen Seiten zu durch Messungen zu bestimmen gesucht hat, was freilich nur sehr unvollkommen geschehen kann, hat gefunden, daß der Durchmesser des kleinsten Bildes auf der Netzhaut, das man noch sehen kann:

---

*) Hueck, von den Grenzen des Sehvermögens in Müllers Archiv 1840. S. 94 ff.

	im Centrum beträgt	0,0008	Linien
5^0	vom Centrum „	0,0024	„
14^0	„ „ „	0,0060	„
25^0	„ „ „	0,0130	„
50^0	„ „ „	0,0340	„

so daß es schon 5^0 vom Centrum einen dreimal so großen Durchmesser haben muß als im Centro. Volkmann hat dargethan, daß die Ursache hiervon nicht darin gesucht werden dürfe, daß das Bild seitwärts vom Centro sehr unvollkommen sei, und ich muß dieses bestätigen. Auf dem entblößten Augapfel eines so eben getödteten weißen Kaninchens sieht man, daß das durchschimmernde Bild, welches sich seitwärts darstellt, sehr scharf und keineswegs verzerrt oder verwischt ist. Die Ursache der Stumpfheit der Empfindung liegt, wie ich vermuthe, darin, daß die Enden der Elementarfäden des Sehnerven nur da, wo sich das sogenannte Centralloch befindet, äußerst dicht neben einander liegen, und daß sie desto weitläuftiger liegen, je weiter entfernt ein Theil der Retina von der Mitte ist. Durch eine solche Annahme scheint es erklärlich, wie die in den Sehnerven enthaltenen elementaren Nervenfäden ausreichen können, die ganze Retina empfindlich zu machen, und sogar dem mittelsten Theile derselben einen äußerst feinen Ortsinn zu verschaffen. Nach Volkmann's Schätzung ist der Querschnitt des Sehnerven ungefähr 50 mal kleiner als die Oberfläche der Nervenhaut, und jeder Nervenfaden muß also im Mittel ein Stück dieser Oberfläche decken, welches 50 mal größer ist als sein eigner Querschnitt. Dieses kann auf dieselbe Weise geschehen wie in der Haut, indem jeder elementare Nervenfaden, der zu einem von der Mitte entfernten Theile der Retina gelangt, sei es durch Theilung oder auf andere Weise, sich ausbreitet und dadurch einen Empfindungskreis bildet. Diese Empfindungskreise werden in den Theilen der Nervenhaut am größten sein, welche von der Mitte am entferntesten liegen. Ich finde, daß die Vorstellung, die ich mir aus physiologischen Gründen von dem Baue des sogenannten Centrallochs und der übrigen Retina gemacht habe, sehr übereinstimmt mit den mikroskopischen Beobachtungen Grube's. Grube*) untersuchte das Auge eines Menschen, der erst vor wenig Stunden an einer Ruptur der Milz gestorben war. Die Retina adhärirte zu dieser Zeit noch ganz fest am Glaskörper, während sie sich später leicht zu lösen pflegt. Der gelbe Fleck der Retina wurde sammt einer Lage des Glaskörpers unter das Mikroskop gebracht, und nicht stark comprimirt, sondern nur mit einem überaus dünnen Glasplättchen bedeckt, das $\frac{1}{4}\square''$ groß war. Der gelbe Fleck sah nun bei einer 300 maligen Vergrößerung wie Chagrin aus, dessen man sich zum Ueberzuge von Futteralen bedient. Länglich-rundliche Körperchen, welche nach der Mitte hin immer kleiner wurden, und mit großer Regelmäßigkeit angeordnet waren, setzten hier die Retina zusammen. In der Mitte hatten sie nur etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ von der Größe, die die Markkörperchen außerhalb des gelben Flecks besaßen. An der Uebergangsstelle des gelben Flecks in die Retina strahlten die Markkügelchen desselben wie die Strahlen eines Sterns aus, und lagen in Entfernungen von einander, die nicht regelmäßig wiederkehrten. Sie wur-

---

*) Grube, über den Bau der macula lutea des menschlichen Auges in Müllers Archiv 1840. S. 39 und 40.

den hier nicht nur größer, sondern auch in ihren Umrissen undeutlicher. Leider hat Grube keine mikrometrische Messung gemacht. Bei der Berechnung, in wie fern die Zahl der elementaren Nervenfäden, welche im Sehnerven enthalten sind, ausreichen, um den empfindlichsten Theil der Nervenhaut mit dichtgedrängten Nervenenden zu besetzen, muß man erwägen, daß jener empfindliche Theil nur etwa zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmesser hat. Mein Bruder, Wilhelm Weber, und ich haben die Größe der empfindlichen Stelle der Retina, auf der man einen so feinen Ortsinn hat, auf folgende Weise bestimmt. Ich finde, wenn ich mit unverwandtem Auge die gedruckte Schrift dieser Abhandlung beschaue, daß ich, wenn ich mein Auge auf einen Buchstaben einer Zeile gerichtet halte, und denselben fixire, nicht im Stande bin, die Gestalt der Buchstaben zu gleicher Zeit zu erkennen, die über und unter diesen Buchstaben in der nächst höhern und nächst tiefern Zeile stehen, daß ich aber, wenn ich mein Auge unverwandt auf die Mitte zwischen zwei Zeilen richte, ich die zwei nächsten Buchstaben erkennen kann, die in den beiden Zeilen stehen, zwischen welchen sich der Zwischenraum befindet, auf den ich das Auge richte. In einer und derselben Zeile glaube ich etwa drei neben einander stehende Buchstaben auf einmal mit unverwandtem Auge erkennen zu können, höchstens vier. Diese Versuche haben einige Schwierigkeit, weil man fast willkürlich das Auge ein wenig bewegt, um mehr sehen zu können als bei unverwandtem Auge möglich ist. Um die hieraus entstehende Unsicherheit zu vermeiden, haben wir größere Schrift bei der Beleuchtung des electrischen Funkens gelesen, und um das Errathen unmöglich zu machen, eine Sprache gewählt, deren Wörter uns unbekannt waren. Da nun die durch die Entladung der Leidner Flasche entstehende Beleuchtung momentan ist, und man also keine Zeit hat sein Auge zu bewegen, sondern nur das auffassen kann, was sich auf dem empfindlichsten Theile der Nervenhaut abbildet, so kam es nur noch darauf an, ob es nicht hierbei an Zeit fehle, die nur momentan erleuchtete Schrift aufzufassen. Das ist aber nicht der Fall, denn der einmal hervorgebrachte Lichteindruck dauert nach Plateau 0,32 bis 0,35 Secunden, nach Hueck $\frac{1}{6}$ Secunde, fort. Aus der Größe der Fläche, auf der die Buchstaben noch erkannt wurden, aus dem Abstande derselben vom Auge und aus dem Abstande des Kreuzungspunktes der Lichtstrahlen von der Retina, der nahe vor dem Mittelpunkte des Auges angenommen wurde, ließ sich der Durchmesser des empfindlichsten Theils der Retina bestimmen, und so ergab sich, daß er bei mir und bei meinem Bruder zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Linie beträgt. Wird angenommen, daß nur ein Theil der Nervenhaut, der nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ P. Linie im Durchmesser hat, mit dünnen Nervenenden dicht besetzt ist, und daß die Nervenenden wieder in diesem Theile nur in der Mitte, da wo das Centralloch sich befindet, äußerst dicht liegen, so bleiben genug Nervenfäden übrig, um die übrige Nervenhaut mit ihren nach vorn immer größer werdenden Gesichtskreisen zu decken.

Auch Joh. Müller*) nimmt an, daß eine einzelne elementare Nervenfaser zum Unterscheiden zweier Eindrücke untauglich sei. Der Einwurf, den er sich selbst hiergegen macht, daß ein Druck, den man auf den Stamm

---

*) J. Müller, Handbuch der Physiologie. 4. Auflage. Bd. I. III. Buch. Abschn. 3. S. 594.

des Nervus ulnaris hervorbringt, nicht nur da gefühlt werde, wo die gedrückten Nerven endigen, sondern auch da, wo der Stamm gedrückt wird, scheint mir nichts gegen jene Annahme zu beweisen. Man fühlt durch die in der Gegend des Ellenbogens endigenden Tastnerven (Aesten des Cutaneus internus) den auf jene Region ausgeübten Druck sehr deutlich, und da man bei Nervenschmerzen niemals so genau den Ort, von wo aus sie veranlaßt werden und ihre Begrenzung angeben kann, so glaubt man sie in dem angegebenen Falle auch da zu fühlen, wo man durch den Tastsinn wahrnimmt, daß die schmerzerregende Ursache auf uns wirkt. Auch in vielen andern Fällen läßt sich beweisen, daß wir unbestimmtere Empfindungen dahin versetzen, wo wir zugleich eine Empfindung durch die Tastnerven empfangen. So glauben wir den Ton einer Stimmgabel an dem Zahne zu hören, mit welchem wir den Griff der tönenden Stimmgabel in Berührung bringen. Aber die Bestimmung des Orts, des Schalles durch das Gehörorgan ist so unvollkommen, daß man eine so feine Bestimmung damit gar nicht machen kann. Hält man, wie ich vor 20 Jahren zuerst gezeigt habe, das eine Ohr mit einem Finger zu, so scheint der Ton, der vorher im Zahne empfunden wurde, nun in dem verschlossenen Ohre zu sein, wahrscheinlich, weil unter diesen Umständen das Trommelfell des verschlossenen Ohrs heftig erschüttert wird, welches eine sehr empfindliche Haut ist.*) Volkmann**) dagegen hat sich gegen jene Annahme erklärt. Er glaubt beweisen zu können, daß man auch dann, wenn eine und dieselbe Nervenfaser der Nervenhaut des Auges an zwei Orten Lichteindrücke empfängt, die beiden Empfindungen ihrem Orte nach von einander unterscheiden könne. Es würden, behauptet er, noch zwei Eindrücke unterschieden, die so nahe neben einander auf die Nervenhaut des Auges hervorgebracht würden, daß sie nur um $\frac{1}{10000}$ Zoll von einander entfernt wären. Nun hätten aber die Netzhautelemente einen größeren Durchmesser, und es müsse also eine Faser geeignet sein, mindestens zwei unterscheidbare Eindrücke hervorzubringen. Der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem viele Menschen zwei Punkte noch unterscheiden können, beträgt nach Smith 40 Secunden, und daraus berechnet er, daß ein kleinster empfindlicher Punkt der Nervenhaut einen Durchmesser von $\frac{1}{8000}$ Zoll oder $\frac{1}{666}$ Linie haben möchte. Nach Hueck's Messungen verschwindet ein weißer nicht glänzender Punkt auf schwarzem Felde, wenn der Gesichtswinkel, unter dem er gesehen wird, nur 10 Secunden beträgt. Aber Hueck verwirft selbst, und mit Recht, diese Methode, denn man sieht ja sogar die Fixsterne, die gar keinen scheinbaren Durchmesser haben, und unter ihnen auch solche, welche ein so schwaches Licht haben, daß sie nicht blenden. Wenn Hueck einen schwarzen Punkt auf weißem Grunde beobachtete, so verschwand er dem Auge schon, wenn der Gesichtswinkel, unter welchem er gesehen wurde,

---

*) E. H. Weber, De pulsu, resorptione, auditu et tactu. pag. 41, abgedruckt aus dem Programme: Annotationes anatomicae et physiologicae. Prol. VI. d. XIII. mens. Nov. 1829. p. 2.

**) Volkmann in Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Art. Nervenphysiologie. Heft 10. S. 568.

***) Hueck in Müllers Archiv 1840. S. 86, 87. Die berechneten Größen der Netzhautbildchen stimmen bei Hueck so wenig untereinander zusammen, daß mehrere Druckfehler oder Schreibfehler angenommen werden müssen. Aus diesem Grunde habe ich sie nicht citirt, sondern mich nur auf den Gesichtswinkel beschränkt.

2 Secunden betrug. Aber auch durch einen solchen Versuch wird das nicht ermittelt, was man ermitteln will. Auf solche Versuche kann man keinen Schluß über den Durchmesser der kleinsten Nervenfasern der Nervenhaut gründen. Denn warum sollte ein schwarzer Punkt, der so klein ist, daß dessen Bild das Ende eines Nervenfadens nicht ganz deckt, nicht empfunden werden, wenn nur der Eindruck stark genug ist. Wird der nämliche Nervenfaden zugleich noch von weißem Lichte getroffen, so wird der Punkt etwas blasser erscheinen, aber es ist sehr wohl möglich, daß er im Vergleich zu der helleren Erleuchtung der benachbarten Nervenfäden doch wahrnehmbar ist. Auf der Haut wird überall eine leise Berührung mit einer Nadelspitze gefühlt, aber zwei gleichzeitige Berührungen, die die Haut des Rückens in einer Entfernung von 1 oder 2 Zollen von einander treffen, wird nur als eine einzige Berührung wahrgenommen. Es fragt sich, ob etwas Aehnliches auch auf der Nervenhaut beobachtet werde. Man muß also bei der von Smith angewendeten Methode stehen bleiben. Als Hueck diese anwendete, und zwei schwarze Punkte auf weißem Grunde beobachtete, fand er, daß sie zu einem Punkte verschmolzen, wenn der Sehwinkel (des Zwischenraums, oder beider Punkte und des Zwischenraums zusammengenommen?) 64 Secunden betrug. Hiernach würde also der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem zwei Punkte noch unterschieden wurden, um mehr als $\frac{1}{3}$ größer sein als nach Smith, wo dieser Winkel 40 Secunden betrug. Volkmann hat nicht zwei Punkte, sondern zwei parallele Linien genommen, und sie noch als zwei unterschieden, wenn ihre Bilder auf der Retina nur um 0,00014″ (d. h. um $\frac{1}{7142}$ Zoll oder um $\frac{1}{559}$ Linie) von einander abstanden. Valentin*) vermochte sogar zwei Linien noch zu unterscheiden, wenn deren Bilder auf der Retina nur um 0,00009″ (d. h. $\frac{1}{11000}$ Zoll oder nahe $\frac{1}{1000}$ Linie) von einander abstanden. Aber ich halte es nicht für gleichgültig, ob man sein Auge auf Punkte oder auf Linien richtet, und kann auch mit dem Schlusse Volkmann's nicht übereinstimmen, daß die Enden der Fäden des Sehnerven zu grob wären, um eine solche Unterscheidung möglich zu machen. Volkmann sagt: wenn man zwei Spinnwebfäden über einen kleinen Rahmen neben einander aufzieht, und in die Entfernung vom Auge bringt, in welcher die Duplicität der Fäden eben noch erkennbar ist, so erkennt man sie als zwei Fäden, man mag den Rahmen drehen oder verschieben wie man will. Gesetzt also, die beiden Parallellinien hätten bei einer bestimmten Stellung zum Auge wirklich ihr Bild auf lauter differenten Fasern darstellen können, so würde das doch nicht bei jeder Lage der Linien möglich sein, denn es ließe sich keine Anordnung der Nervenenden denken, bei welcher gerade Parallellinien, deren Distanz geringer ist als der Durchmesser dieser Enden, in jeder beliebigen Lage auf differente Enden fiele. Vielmehr müßten die Bilder solcher Linien beim Hin- und Herschieben unfehlbar wieder über eine und dieselbe Nervenfaser weggehen, womit in der Empfindung an jedem solchen Punkte statt zweier Linien eine gegeben wäre. Wir würden also eine Figur erhalten, in welcher zwei Linien abwechselnd in eine zusammen flößen und dann wiederum sich trennten. Da dies nicht der Fall sei, so müsse dieselbe Nervenfaser zur Apperception zweier discreter Empfindungen geeignet sein. Es leide

---

*) Valentin, Lehrbuch der Physiologie. Bd. II. S. 428.

nach dem Gesagten schwerlich einen Zweifel, daß derselbe Elementarfaden nicht blos zwei, sondern sogar zehn und mehr differente Punkte zur Wahrnehmung zu bringen im Stande sei.« Ich kann wie gesagt diese Bedenken nicht theilen. Ich fand, daß im Stamme des Sehnerven des Menschen, 18 Stunden nach dem Tode, viele nicht variköse Elementarfäden, die ich maaß, 0,0007 Par. Linie bis 0,001 Par. Linie = $\frac{1}{1428}$ bis $\frac{1}{1000}$ Linie im Durchmesser hatten, d. h. in Zollen ausgedrückt, $\frac{1}{17000}$ bis $\frac{1}{12000}$ Par. Zoll. Die Enden dieser Fäden habe ich freilich nicht beobachtet, und man weiß überhaupt noch nichts Gewisses von ihnen, und dürfte natürlich nicht die Enden im Seitentheile der Nervenhaut aufsuchen, sondern müßte sie im sogenannten Centralloche messen. So viel ist gewiß, daß der von mir über den Ortsinn auf der Nervenhaut gegebenen Darstellung keine Thatsache im Wege steht.*) Ich muß daher an der von mir gegebenen Erklärung über den Nutzen, welchen das von Fontana entdeckte Verhalten der elementaren Nervenfäden hat, auch noch jetzt festhalten.

Bekanntlich verbreiten sich die Tastnerven in unserm Körper so, daß sie die mittlere Ebene, wodurch er in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird, nicht überschreiten. Dieser interessante Satz wird nicht nur durch anatomische Untersuchungen, sondern auch durch physiologische Beobachtungen, namentlich bei der halbseitigen Lähmung, bestätigt, denn die Lähmung überschreitet bei nicht complicirten Fällen die Grenze zwischen der rechten und linken Körperhälfte nicht; da nun also die Nerven von zwei nahe neben einander an der Mittellinie liegenden Theilchen der Haut einen ganz verschiedenen Weg nehmen und sich weit von einander entfernen, so sollte man meinen, die Berührung von zwei solchen Theilchen würde immer zwei sehr unterscheidbare Empfindungen hervorrufen. Das ist aber nicht der Fall. Dieses Resultat scheint zu beweisen, daß es bei der örtlichen Unterscheidung der Empfindungen nur auf den Abstand der Enden der Nerven auf der Haut und im Gehirn, nicht aber auf den Abstand ankomme, in welchem sich die Stämme der Nervenfäden beider Seiten von einander befinden, welche die peripherischen und centralen Enden mit einander verbinden.

Man könnte glauben, die Feinheit und Schärfe des Ortsinns, wodurch sich manche Theile der Haut vor andern auszeichnen, hinge zum Theil mit

---

*) Daß der Theil der Nervenhaut, der mit einem scharfen Ortsinne versehen ist, nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser hat, und auch von diesem wieder nur der mittelste Theil die größte Schärfe hat, ist sehr wichtig. Diese Einrichtung erleichtert es uns die Augen so zu stellen, daß sich die verlängerten Augenaxen in dem sichtbaren Körper schneiden, weil wir die Augen unwillkürlich so stellen, daß sich der Körper, den wir sehen wollen, auf dem empfindlichen Theile der Nervenhaut abbilde. Ist daher in dem einen Auge die Empfindlichkeit des mittelsten Theils abgestumpft, und ein benachbarter Theil der Nervenhaut empfindlicher als er, so kann hierdurch das Schielen veranlaßt werden. Professor Ritterich in Leipzig hat solche Fälle beobachtet. Jene Einrichtung befördert aber auch die mittelbare Beherrschung der Aufmerksamkeit. Welche Anstrengung würde die unmittelbare Beherrschung derselben erfordern, wenn wir alle im Auge sich abbildenden Gegenstände in gleichem Grade scharf sähen. Ferner wird durch jene Einrichtung die Messung erleichtert, die wir durch die Bewegung der Augen ausführen. Auf der andern Seite werden wir aber durch diese Einrichtung verhindert, viele Gegenstände mit einem Blicke, mit unbewegtem Auge, aufzufassen. Sollte vielleicht das merkwürdige Vermögen des Rechner Dase, die Zahl vieler neben einander befindlicher Dinge schnell zu bestimmen, darauf beruhen, daß der empfindliche Theil der Nervenhaut bei ihm großer ist als bei Andern? Eine solche Anlage könnte ihn wohl zu frühzeitigen Uebungen in seiner Kunst und im Rechnen veranlaßt haben.

davon ab, ob wir uns durch unser Auge eine genaue Kenntniß über den Abstand der verschiedenen Theile der Haut von einander verschafft hätten oder nicht. Die Erfahrung lehrt aber, daß das nicht der Fall ist. Wäre es der Fall, so würden die Theile der Haut, die wir niemals zu sehen bekommen, mit einem weniger feinen Ortssinne begabt sein, als die, welche wir mit unsern Augen beobachten können. Das ist aber keineswegs so.

Feinheit des Ortsinns am Kopfe.

Am Kopfe ist der Theil, der mit dem feinsten Tastsinne ausgerüstet ist, die Zungenspitze. Auf sie folgt der Theil der Lippen, der die Grenze zwischen der rothen und nicht rothen Oberfläche derselben bildet, hier ist der Tastsinn beinahe noch feiner als an den Fingerspitzen. Hierauf kommt die Nasenspitze, dann folgen die Augenlider, hernach der Oberaugenhöhlenrand in der Nähe der Glabella und die Glabella selbst. Am unempfindlichsten im Gesichte ist der Theil der Haut, der dicht vor dem Ohre und auf dem Aste der Kinnlade liegt. Viele Theile der Haut am Kopfe besitzen daher einen sehr feinen Tastsinn, und kein Theil ist daselbst mit einem so stumpfen Tastsinne versehen, als irgend ein Theil der Haut am Rumpfe, und viele Theile der Haut an den Armen und Beinen. Man muß daher den Kopf für den Theil unsers Körpers erklären, an welchem der Tastsinn vorzüglich fein ist.

Am Kopfe hat der mit den Haupthaaren bewachsene Theil der Haut keineswegs einen feineren, sondern eher einen stumpferen Tastsinn als der nicht behaarte Theil, z. B. die Stirn. Die Haarbälge der Kopfhaare, welche in so großer Zahl daselbst vorhanden und so nervenreich sind, sind also nicht für Tastorgane zu halten, welche durch den Druck affieirt werden, wohl aber sind sie, wie später gezeigt werden soll, sehr feine Tastorgane für die Empfindung des Zugs. Mit den Tasthaaren der Thiere, die viel steifer, willkürlich beweglich, und in besondere Kapseln eingepflanzt sind, mag es sich in dieser Hinsicht anders verhalten.

Gehen wir nach dieser Uebersicht noch etwas mehr in's Einzelne:*) Es ist sehr vortheilhaft, daß wir in der Mundhöhle mittelst der Zunge so fein tasten, und daß auch die zur Zermalmung dienenden Zähne mit dem Tastsinn versehen sind. Der Zermalmung nicht fähige Theilchen werden wohl unterschieden, und die noch nicht gekauten Speisen können daher zwischen die Kauflächen der Zähne gebracht werden. Der schärfste Ortsinn, wodurch sich die Zungenspitze vor allen Theilen des Körpers auszeichnet, ist auf einen sehr kleinen Raum beschränkt, der nur einen Durchmesser von 2 bis 3 Linien hat. Die untere Oberfläche der Zunge hat einen weniger feinen Tastsinn als der Rücken. Auf dem Rücken der Zunge nimmt die

---

*) Die Vergleichung der verschiedenen Theile der Haut, hinsichtlich der Feinheit ihres Ortsinns, ist deswegen von Interesse, weil es sich der Mühe verlohnt die Frage zu beantworten, ob das Vermögen, Druck- und Temperatur-Grade fein zu unterscheiden, eben so vertheilt ist als der Ortsinn. Ich bemerke hier in voraus, daß das erstere Vermögen viel gleichmäßiger in der ganzen Haut existirt, als der Ortsinn. Hieraus darf man vermuthen, daß zwar die Zahl der empfindlichen Theile in gleich großen Oberflächen der Haut, in den verschiedenen Gegenden nicht sehr verschieden sei, daß aber die Zahl der elementaren Nervenfäden, die diesen Theilen die Empfindlichkeit verschaffen, in verschiedenen Theilen der Haut sehr verschieden sei.

Feinheit des Tastsinns desto mehr ab, je entfernter die Theile der Zunge von der Spitze sind. Der vordere Theil des Zahnfleisches hat ein sehr stumpfes Gefühl, feiner ist es am hinteren Theile des Zahnfleisches der oberen Kinnlade und am harten Gaumen. Am weichen Gaumen wird der Tastsinn sogar wieder feiner als am harten Gaumen. Die Zähne wirken wie Sonden und haben einen ziemlich feinen Tastsinn, nur ist hier ein starker Druck nöthig, der auf die empfindliche Haut zu wirken scheint, welche die Zahnzelle austapezirt. Ihr Tastsinn übertrifft den des Zahnfleisches sehr, die Schleimhaut der Backen hat einen viel stumpferen Tastsinn als die äußere Haut derselben. Die Lippen haben gleichfalls an ihrer inneren Oberfläche einen außerordentlich viel stumpferen Tastsinn als an der äußeren Oberfläche. Am feinsten ist er an der Grenze, wo der rothe Theil derselben in den nicht rothen Theil übergeht. Nach dieser Grenze hin nimmt die Feinheit des Tastsinns zu, die in der Nähe des Zahnfleisches am stumpfesten ist. Der Tastsinn der äußern Oberfläche der Oberlippe und Unterlippe ist feiner nach der Mittellinie zu. Den Lippen zunächst kommt die Nasenspitze, die einen feineren Ortsinn hat, als der Rücken der Nase und die Nasenflügel, und nach der Nasenspitze zunächst sind die Augenlider zu nennen, die in der Nähe des äußern Augenwinkels etwas feiner fühlen als am innern. Am äußern Augenwinkel erstreckt sich das feine Gefühl sogar auf den Theil der Haut, der die Verbindung des Jochbeins und Stirnbeins überzieht. Auch die Gegend der Haut am Oberaugenhöhlenrande, welche den Corrugator supercilii deckt, hat noch ein ziemlich feines Gefühl. Auf diese Theile folgt die sogenannte Glabella, d. h. die Uebergangsstelle vom Nasenrücken zur Stirn und die Stirn selbst, denn auf der Stirn nimmt die Feinheit des Ortsinns nach oben und nach den Schläfen zu ab. Ein Theil der Backen, der den Lippen nicht nahe ist, steht ungefähr auf gleicher Stufe der Empfindlichkeit. Die Gegend des Gesichts vor dem Ohre und die Haut, die den Ast des Unterkiefers überzieht, hat eine geringere Empfindlichkeit, dagegen hat die Mitte des Kinns und die nächste Region der Haut unter dem Kinne eine größere Empfindlichkeit als die Haut der Stirn, diese Empfindlichkeit nimmt aber nach dem Halse zu sehr ab und ist am Halse viel geringer. Das äußere Ohr gehört, was den Ortsinn betrifft, zu den unempfindlicheren Theilen am Kopfe. Die Haut im Innern der Nase ist aber als Tastorgan noch unempfindlicher.

Ortsinn an den Armen und Beinen.

Hier ist der schärfste Ortsinn auf der Volarseite der Hände, die die Rückenseite derselben dadurch beträchtlich, und auch die Plantarseite der Füße in nicht unbeträchtlichem Grade übertrifft. In der Hohlhand sind es wieder die Fingerspitzen oder überhaupt die letzten Glieder der Finger, welche den allerfeinsten Ortsinn besitzen, der fast dem der Lippen gleich kommt. Schon an dem zweiten Gliede der Finger nimmt diese Feinheit ab, und noch mehr an dem ersten Gliede, wo sie aber an dem nach dem Metacarpus hingerichteten Ende größer ist, als an dem nach dem zweiten Gliede hingekehrten Ende. An dem Metacarpusknochen des Daumens ist die Schärfe des Gefühls ein Wenig größer als am Metacarpusknochen des kleinen Fingers. Die Empfindlichkeit an der Volarseite des zweiten Gliedes eines Fingers verhält sich zu der Empfindlichkeit desselben auf der Rückenseite, wie 5 zu 2, und an den Metacarpusknochen verhalten sich

beide Seiten wie 14 zu 5. Am unempfindlichsten ist die Haut ungefähr in der Mitte des Oberarms. Oeffnet man den Zirkel 16 bis 18 Linien weit, und berührt mit den Enden die Haut an der Schulter, am Acromion oder über dem Ellenbogen, d. h. über dem Olecranon, so unterscheidet man, ob die Enden des Zirkels der Länge nach oder quer liegen, und man fühlt zugleich zwei Berührungen. Aber an dem größten Theile des Oberarms, und an einem kleinen Theile des Unterarms nimmt man nur eine einzige Berührung wahr, und kann nicht über die Lage der Enden des Zirkels urtheilen; um dahin zu gelangen, muß man den Zirkel $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll weit öffnen. Die Haut am Oberarme ist also im Allgemeinen etwas unempfindlicher als die Haut am Unterarme, und diese ist wieder unempfindlicher als die der Hand. Aber die Empfindlichkeit vermindert sich von der Hand bis zur Schulter nicht gleichmäßig, sondern am Handgelenke und Ellenbogengelenke ist sie etwas größer als an den dazwischen gelegenen Theilen.

Ebenso verhält es sich am Beine, nur sind die Füße und die Zehen auf der Fußsohle unempfindlicher als die Hand, und die Finger auf ihrer Volarfläche. Uebrigens ist schon oben erwähnt worden, daß an den meisten Theilen der Arme und Beine die Enden des Zirkels deutlicher, und schon bei geringerer Entfernung empfunden werden, wenn sie eine quere Lage gegen das Glied haben, als wenn sie dasselbe der Länge nach berühren.

Ortsinn in der Haut des Rumpfes.

Am Rumpfe ist der Ortsinn am wenigsten ausgebildet. Es giebt daselbst, wie schon oben erwähnt worden ist, keinen Theil, der einen so feinen Ortsinn hätte als irgend ein Theil der Haut am Kopfe, oder als irgend ein Theil der Haut der Hand oder des Fußes. Sogar an der Brustwarze, welche in anderer Hinsicht sehr empfindlich ist und durch mehrmalige Berührung in Erection geräth, ist der Tastsinn sehr stumpf, so daß man hier recht deutlich sieht, wie sehr die Fähigkeit, ein lebhaftes Gemeingefühl zu äußern, von der Feinheit des Tastsinns zu unterscheiden sei.

Der Ortsinn in der Haut des Rumpfes ist an den beiden Enden des Rumpfes am feinsten, am obersten Theile des Halses und am After, und es nimmt die Feinheit desselben gegen die Mitte des Rückens hin ab. Vorn scheint sie am untern Ende des Halses etwas geringer zu sein, als am oberen Theile der Brust, auch am Nabel und am Schaambeine scheint sie etwas größer zu sein, als an den dazwischen liegenden Regionen.

An der Seite des Rumpfes wechseln Gegenden mit einander ab, wo die berührenden Zirkelspitzen deutlicher empfunden werden, bald wenn sie in der Längenrichtung, bald wenn sie in querer Richtung liegen. Es scheint aber noch nicht ausgemacht, daß bei verschiedenen Menschen die Versuche, die an entsprechenden Theilen der Haut gemacht werden, dasselbe Resultat geben. *)

---

*) Meine Beobachtungen über die Feinheit des Tastsinns, an verschiedenen Theilen der Haut, sind zuerst von Allen Thomson (in Edinburgh Med. and Surg. Journal No. 116.) bestätigt worden. Er sagt: »Ich bemerke, daß ich eine ansehnliche Zahl von Experimenten zur Vergleichung der Sensibilität in verschiedenen Theilen der Haut, an meiner eignen Person und an Andern angestellt, und sehr nahe dieselben Resultate erhalten habe. Die Feinheit des Tastsinns im Ganzen scheint bei verschiedenen Individuen mehr oder weniger verschieden zu sein,

In folgender Zusammenstellung habe ich die Entfernung der Zirkelspitzen in Pariser Linien angegeben oder auch durch Striche bildlich dargestellt, welche erforderlich ist, damit ich von den mich berührenden Zirkelspitzen zwei Berührungen fühle, oder wenigstens anzugeben im Stande bin, ob die Zirkelspitzen in der Längenrichtung meines Körpers oder in querer Richtung liegen.

	Par. Lin.
An der Zungenspitze	$\frac{1}{2}$
An der Volarseite des letzten Fingerglieds .	1
Am rothen Theile der Lippen	2
An der Vorlarseite des zweiten Fingerglieds	2
An der Dorsalseite des dritten Gliedes d. Finger	3
An der Nasenspitze	3
An der Volarseite der Capitula ossium metacarpi	3
Auf der Mittellinie des Zungenrückens 1 Zoll weit von der Spitze	4
Am Rande der Zunge 1 Zoll weit von der Spitze	4
Am nicht rothen Theile der Lippen . . .	4
Am Metacarpus des Daumens	4
An der Plantarseite des letzten Gliedes der großen Zehe	5
Auf der Rückenseite des zweiten Gliedes d. Finger	5
An den Backen	5
An der äußeren Oberfläche des Augenlids .	5
An der Mitte des harten Gaumens . . .	6
An d. Haut auf dem vordern Theile des Jochbeins	7
An der Plantarseite des Mittelfußknochens der großen Zehe	7
An der Rückenseite des ersten Gliedes der Finger	7
Auf d. Rückenseite d. Capitula ossium metacarpi	8
An der inneren Oberfläche der Lippen nahe am Zahnfleische	9
An d. Haut auf dem hinteren Theile des Jochbeins	10
Am unteren Theile der Stirn	10
Am hinteren Theile der Ferse	10
Am behaarten unteren Theile des Hinterhaupts	12
Auf dem Rücken der Hand	14
Am Halse unter der Kinnlade	15
Auf dem Scheitel	15

---

aber hinsichtlich der relativen Feinheit derselben an verschiedenen Gegenden des Körpers, habe ich keine besondern Abweichungen von den vom Professor Weber bekannt gemachten Resultaten gefunden.« Valentin (Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1844, Bd. II. S. 565), der gemeinschaftlich mit Theile, Gerber, Neuhaus und Bühlmann meine Experimente wiederholt hat, sagt: »Vergleicht man dieselben Hautstellen bei verschiedenen Personen unter einander, so wird man finden, daß die geringsten nothwendigen Abstände oft um das vierfache und selbst noch mehr, an einzelnen, besonders nicht sehr fein fühlenden, Partien variiren. Dagegen bleiben die relativen Verhältnisse der einzelnen Hauptpartien zu einander beständiger, oder unterscheiden sich nur durch untergeordnete Abweichungen, so daß z. B. die Zungenspitze in allen bisher geprüften Fällen ungefähr 50 bis 60 Mal so fein als die Mitte der Haut des Rückens tastet.«

	Par. Lin.
An der Kniescheibe und in ihrer Umgegend . .	16
Auf dem Kreuzbeine . .	18
Auf dem Glutaeus . .	18
Am oberen und unteren Theile des Unterarms	18
Am oberen und unteren Theile d. Unterschenkels	18
Auf dem Rücken d. Fußes in der Nähe der Zehen	18
Auf dem Brustbeine .	20
Am Rückgrate, am Nacken unter dem Hinterhaupte	24
Am Rückgrate in der Gegend d. 5 oberen Brustwirbel	24
Am Rückgrate in d. Lenden- u. untern Brustgegend	24
Am Rückgrate an der Mitte des Halses. .	30
Am Rückgrate an der Mitte des Rückens .	30
Auf der Mitte des Oberarms und Oberschenkels	30

Wahrnehmung der Figur eines uns berührenden Körpers ohne Bewegung der Glieder.

Wir können uns aber auf eine doppelte Weise über die Gestalt eines Körpers oder über den Abstand zweier Körper unterrichten, erstens ohne daß wir unsere Glieder bewegen und zweitens indem wir sie bewegen. Wenn man das Ende und also den Querschnitt einer cylindrischen, oder dreiseitig prismatischen oder vierseitig prismatischen Blechröhre an unsere Haut andrückt, ohne daß wir es sehen können, so entsteht auf der Haut ein Druckbild derselben und wir nehmen, wenn der Durchmesser groß genug ist, die Gestalt derselben wahr. Wendet man cylindrische Röhren von verschiedenen Durchmessern an, so findet man, daß das Ende der Röhren als ein solider Körper von unbestimmter Gestalt gefühlt wird, wenn es nicht einen Durchmesser hat, der etwas größer ist als der Abstand der Enden des Zirkels, den ich in der mitgetheilten Tabelle bei den verschiedenen Theilen des Körpers als denjenigen angezeigt habe, wo man zwei Eindrücke unterscheidet. Die Figur eines Kreises und eines davon eingeschlossenen Raumes empfand ich, wenn die Röhre $1\frac{1}{2}$ P. Linie im Durchmesser hatte, nur mit der Zungenspitze, nicht mit der Lippe und Fingerspitze; wenn die Röhre 2 Linien im Durchmesser hatte, nur mit dem mittlern Theile der Oberlippe und dunkler mit den Fingerspitzen, aber nicht an dem Gelenktheile des letzten Glieds oder am zweiten Gliede. Um die Figur da zu empfinden, war ein Durchmesser von 4 Linien nöthig, und dieser wurde selbst nicht auf dem ersten Gliede empfunden, denn hier

war ein Durchmesser von 5 Linien erforderlich, am Metakarpus des Daumens bedurfte es eines Durchmessers von 6 bis $6\frac{1}{2}$ Linien, am Bauche dagegen war eine Röhre, die $3\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser hatte, nöthig, um die Figur wahrzunehmen und auf dem Rücken war ein noch größerer Durchmesser nöthig. Wir sind nur dadurch fähig eine runde, oder dreieckige oder viereckige Figur zu unterscheiden, ohne daß wir die Tastorgane bewegen, daß wir schon eine Kenntniß der Lage der berührten Hauttheilchen besitzen. Unstreitig haben wir diese Kenntniß ursprünglich nicht besessen, sondern sie dadurch erlangt, daß Körper sich längs unserer Haut bewegt, und dabei in bestimmten Reihen von fühlenden Punkten successiv Empfindungen erregt haben. Sehr wichtig, um einerseits die Lage der fühlenden Punkte unserer Haut kennen zu lernen, andererseits durch Empfindung auf die Vorstellung von der Bewegung geleitet zu werden, ist es, daß unser Tastorgan eine so große empfindende Oberfläche hat und so beweglich ist, daß ein Theil den andern berühren kann, wobei wir jeden von den einander berührenden Theilen mittelst des andern empfinden. Wenn wir die Fingerspitze der einen Hand auf der Volarfläche der andern Hand bewegen, so bekommt die Fingerspitze an den nämlichen empfindenden Theilen viele aufeinanderfolgende Stöße von den Unebenheiten der andern Hand, während zu gleicher Zeit andere und andere nebeneinander liegende Theile der andern Hand successiv einen Eindruck von der Fingerspitze bekommen. Wir beschreiben mit der Fingerspitze eine Bahn auf der fühlenden Oberfläche der andern Hand, die wir daher mittelst der andern Hand unterscheiden und wahrnehmen lernen, und dadurch wieder umgekehrt lernen, welche Anstrengung wir machen müssen, um die Fingerspitze in bestimmten Richtungen und Krümmungen zu bewegen.

Wahrnehmung der Gestalt und des Abstandes der Körper durch die absichtliche Bewegung der Glieder.

Haben wir gelernt, unsere Glieder unserer Absicht gemäß in bestimmten Richtungen und Krümmungen zu bewegen, so haben wir ein neues Mittel gewonnen, um uns über die Gestalt und den Abstand der Körper zu unterrichten. Wir kommen nach und nach dahin, durch das Gefühl von der Anstrengung derjenigen Muskeln, welche nöthig sind, um ein Glied in eine gewisse Lage zu bringen, oder dasselbe darin zu erhalten, uns der Lage unserer Glieder immerfort bewußt zu sein. Hält man z. B. die Hände auf den Rücken, wo man sie nicht sieht und läßt sie von einem Andern in Lagen bringen, wobei sie sich einander nicht berühren, so kann man doch in jedem Momente die Lage derselben angeben. Ist man aber fähig, die Glieder nach Absicht und mit Bewußtsein zu bewegen, so kann man sich durch die Bewegung, die man machen muß, um mit den Händen die Widerstand leistenden Körper zu umgehen, eine Vorstellung von der Gestalt und Größe der Körper verschaffen. Wenn man mit einem Finger der einen Hand die obere, mit dem der andern die untere Oberfläche einer Tischplatte berührt, so ist man im Stande, bei verschlossenen Augen anzugeben, wie dick die Platte sei. Es ist überhaupt kaum zu glauben, wie viel bei der Wahrnehmung der Form der Körper und der Form ihrer Oberfläche im Kleinen (der Rauhigkeiten oder Glätte), ferner bei der Wahrnehmung der Härte und Weichheit und des Abstandes der Körper von einander von der absichtlichen Bewegung unserer Glieder abhängt.

Man verschließe die Augen, lasse die Hand wohlunterstützt ruhen. Wenn nun ein Anderer Glas, Metall, Papier, Leder und andere Körper mit den Fingerspitzen in Berührung bringt und an denselben vorbeibewegt, so verwechselt man Körper mit einander, die man sogleich unterscheidet, wenn man die Hand bewegt. Eine ebene Glasplatte, welche erst schwach, dann stärker und hierauf wieder schwächer an die Fingerspitzen angedrückt wird, scheint uns eine convexe Oberfläche zu haben, wird sie aber erst stark, dann schwächer und hierauf wieder stärker an unsere Fingerspitze angedrückt, so scheint sie uns eine concave Oberfläche zu haben. Es ist interessant, daß wir, wenn von Jemandem an einem Bündelchen unserer Haare leise gezogen wird, sehr genau die Richtung angeben können, in welcher gezogen wird, daß wir aber nicht bei verschlossenen Augen sagen können, welche Richtung eine Stricknadel hat, die gegen die Haut eines festliegenden Theils unsers Körpers gedrückt wird, ob sie einen rechten Winkel, oder welchen andern Winkel sie mit der Oberfläche unsers Körpers bildet. Eine genauere Erörterung, die ich hierüber angestellt habe, lehrt, daß wir die Richtung, in welcher an unseren Haaren gezogen wird, nicht unmittelbar empfinden, sondern daß wir der Bewegung, in welche unser Kopf und die Haut unseres Kopfes durch das Ziehen an den Haaren versetzt zu werden anfängt, durch unsere Muskeln Widerstand leisten, und aus Erfahrung wissen, in welcher Richtung wir unsern Kopf oder die Haut an demselben bewegen, um jener Bewegung Widerstand zu leisten. Von der Richtigkeit dieser Erklärung überzeugt man sich durch folgende Experimente. Jenes Vermögen, die Richtung zu bestimmen, in welcher an den Haaren gezogen wird, wird nämlich sehr beschränkt, wenn zugleich unser Kopf von einem Andern festgehalten wird, und hört ganz auf, wenn außerdem die Verschiebung der Haut gehindert wird, während man an den Haaren zieht, z. B. indem man die Haut vor den Haaren, an welchen gezogen wird, und hinter ihnen an den Kopf mit einem Finger andrückt, denn unter diesen Umständen wird weder unserm Kopfe noch der Haut eine Bewegung durch das Ziehen an den Haaren mitgetheilt, und wir haben daher auch keine Gelegenheit, einer uns mitgetheilten Bewegung Widerstand zu leisten. Wenn man zwei von den vier kleineren Fingern einer Hand in eine solche Lage bringt, daß sie sich kreuzen und daß ein Gegenstand, den wir mit diesen Fingern gleichzeitig berühren, mit denjenigen Rändern derselben in Berührung kommt, welche bei der gewöhnlichen Lage dieser Finger von einander abgekehrt sind, so glaubt man den Gegenstand doppelt zu fühlen und also z. B. 2 Kugeln zu unterscheiden, die man mittelst jener Finger hin- und herrollt, und 2 Nasenspitzen und 2 Tischkanten zu empfinden. Bei der Erklärung dieses merkwürdigen Phänomens ist Folgendes in Betracht zu ziehen. Wir empfinden mit zwei Theilen unsers Tastorgans stets doppelt und niemals verschmelzen die beiden Empfindungen, die wir durch sie erhalten, zu einer, wohl aber können wir zu dem Schlusse veranlaßt werden, daß die beiden Empfindungen, die wir erhalten, durch zwei Oberflächen eines und desselben Körpers verursacht werden, z. B. wenn wir einen Würfel zwischen zwei Fingern halten. Ist die eine Oberfläche glatt, die andere rauh, oder ist die eine Oberfläche warm, die andere kalt, so verschmelzen diese Empfindungen nicht, auch glauben wir keineswegs dieselbe Oberfläche des Würfels zu berühren. Wir nehmen an, daß die 4 Empfindungen, die wir haben, wenn wir mit 4 Fingern die Kante eines Tisches berühren, von demselben Flächenwinkel herrühren, da wir aus der

Stellung unserer Fingerspitzen wissen, daß die Orte dieser vierfachen Berührung in einer Linie liegen; wir nehmen ferner an, daß wir denselben Bleistift zwischen unsern Fingern haben, wenn wir wissen, daß der Bleistift den Zwischenraum zwischen unsern 2 Fingern ausfüllt, und daß wir ihn mit dem einen Finger gegen den andern drücken und also, wenn wir die Ursache der beiden Empfindungen in einem und demselben Raume annehmen. Dieses ist uns unmöglich, wenn diejenigen beiden Ränder zweier Finger denselben Gegenstand berühren, welche nur mit einiger Gewalt in eine solche Lage gebracht werden können, daß sie denselben Gegenstand berühren, und in der natürlichen Lage von einander abgekehrt sind, und dann also denselben Gegenstand nicht berühren können. Die Richtigkeit der angeführten Bedingung sieht man daraus, daß man mit dem Daumen und kleinen Finger die berührten Dinge nicht doppelt zu fühlen glaubt. Der Daumen und der kleine Finger können nämlich, weil sie sehr beweglich sind, leicht und ohne Gewalt durch ihre Muskeln in eine solche Lage gebracht werden, daß die sonst von einander abgewendeten Ränder derselben denselben Gegenstand berühren; indem man daher bei dem Urtheile, das man sich bildet, die Bewegung dieser 2 Finger in Rechnung bringt, nimmt man wahr, daß es derselbe Körper ist, auf den sie gerichtet werden.

II. Drucksinn.

Nehmen wir mittels des durch die eigne absichtliche Bewegung unterstützten Ortsinnes der Haut die räumlichen Verhältnisse der Körper, ihre Gestalt, Größe, ihren Abstand, ihre Rauhigkeit und Glätte, endlich ihre Härte und Weichheit wahr, so erkennen wir durch den Drucksinn der Haut, zumal wenn er durch die eigne absichtliche Bewegung unterstützt wird, unsere eigene bewegende Kraft und die uns Widerstand leistenden Kräfte der Körper. Viele räumliche Verhältnisse erkennen wir auch vorzugsweise, und zwar noch viel vollkommner, mit dem Auge; die Empfindung der Wirkung unserer eigenen Kraft und der Kraft anderer Körper aber verdanken wir nur dem Tastsinne, der daher eigentlich als der Kraftsinn betrachtet werden kann. Um wie viel weniger anschaulich würden unsere Vorstellungen von der Kraft sein, wenn wir den Druck nicht empfänden, diesen Kampf der Kräfte, in welchem sie sich einander das Gleichgewicht halten und daher keine Bewegung hervorbringen, aber doch empfunden werden. Die Kräfte äußern nämlich ihre Wirkung auf eine doppelte Weise durch Hervorbringung von Bewegung und durch Aufhebung von Bewegung, welche letztere Druck oder Spannung erzeugt. Die entstehenden Bewegungen können wir auch durch den Gesichtssinn erkennen, und daher auch durch ihn auf die Vorstellung von der Kraft geführt werden, aber wir empfinden die Bewegung nicht unmittelbar, sondern stellen sie uns nur vor. Dagegen empfinden wir den Druck und seine verschiedenen Grade unmittelbar. Was uns nun aber für die Bildung des Begriffs von Kraft vorzüglich zu statten kommt, ist dieses, daß wir durch die größere oder geringere Anstrengung unsers Willens selbst Druck in einem verschiedenen Grade hervorbringen, und einen Theil der Tastorgane an den andern andrücken können. Während wir auf der einen Seite uns unsers Wollens und des Grades der Anstrengung dabei bewußt sind, empfinden wir auf der andern Seite die Wirkung unsers Wollens, den Druck und

Gegendruck in den gegeneinander gedrückten Organen unsers Tastsinns. Wo haben wir in einem andern unserer Sinnorgane ein ähnliches Vermögen, den Eindruck mit dem Sinnorgane selbst hervorzubringen, mit dem wir ihn empfinden, wo haben wir eine so vortreffliche Gelegenheit, uns des ursachlichen Zusammenhangs bewußt zu werden, als hier, wo wir uns bewußt werden der Anstrengung des Willens, wodurch unsere eine Hand von uns selbst gegen die andere Hand gedrückt wird, und wo wir den Druck in der gedrückten und den Gegendruck in der Hand, mit der wir selbst drücken, empfinden? Wie sehr ist in dieser Hinsicht das Vermögen des Tastsinnes, wodurch wir Druck empfinden, verschieden von dem Vermögen desselben Sinnes, wodurch wir Wärme und Kälte empfinden. Um wie viel weniger anschaulich ist die Vorstellung von der Kraft, die wir durch die Empfindungen von Wärme und Kälte erhalten. Auch diese Empfindungen, die uns der Tastsinn verschafft, würden uns eine anschauliche Vorstellung von der Kraft geben, wenn wir durch eine Anstrengung unsers Willens Wärme und Kälte auf einem Theile unserer Haut entwickeln, und sie dann einem andern Theile des Tastorgans mittheilen könnten. Kraft ist die unbekannte Ursache derjenigen Wechselwirkung der Körper, die sich durch Bewegung oder durch Druck äußert, die aber für uns kein Phänomen ist, und von der wir daher nicht wissen, ob sie selbst beweglich sei. Der einzige Fall, wo wir von dieser unbekannten Ursache etwas mehr wissen, ist eben der, wo unser Wille die Ursache oder ein Theil der Ursache des Druckes ist, den wir fühlen. Denn wenn auch dieser Druck zum Theil von einem Mechanismus unsers Körpers erzeugt wird, so muß doch unser Wille diesem Mechanismus selbst den Anstoß dazu geben, ihn gleichsam auslösen.

Die Physiker und Chemiker prüfen die Instrumente, mit denen sie arbeiten und bestimmen, wie weit sie sich auf dieselben verlassen können, sie prüfen z. B. die Waage, mit der sie wägen, die Physiologen und Anatomen prüfen ihr Mikroskop und wissen, wie viel mal es vergrößert. Ebenso wichtig ist es für den Menschen, die ihm angeborenen Instrumente des Empfindens zu prüfen. Bei dem Tastsinne habe ich zuerst eine solche Prüfung unternommen. Um zu erörtern, wie genau wir verschiedene Grade des Drucks zu unterscheiden vermögen, kann man einem Beobachter, während er seine Augen wegwendet, 2 verschiedene Gewichte von gleicher Gestalt und gleich großer Oberfläche wiederholt auf den nämlichen Theil seiner Hand legen, erst das eine und dann, nachdem es wieder weggenommen worden, schnell darauf das andere, hierauf wieder das erstere und sofort, bis der Beobachter sich ein Urtheil gebildet hat, welches von beiden Gewichten das schwerere sei. Meine Versuche haben gelehrt, daß diese Methode vortheilhafter ist, als wenn man zwei verschiedene Gewichte gleichzeitig auf beide Hände legt. Denn zwei gleichzeitige Tastempfindungen lassen sich nicht so gut untereinander vergleichen als zwei aufeinanderfolgende. Eine Reihe von Versuchen hat bewiesen, daß man zwei Gewichte am allergenauesten vergleichen kann, wenn man sie successiv auf dieselben Theile von derselben Hand legt. Etwas weniger vortheilhaft ist es, wenn man das Gewicht zuerst auf die eine Hand legt, es wieder hinwegnimmt und hierauf das andere zu vergleichende Gewicht auf die andere Hand legt. Am wenigsten vortheilhaft ist es, wenn man beide Gewichte gleichzeitig auf beide Hände legt. Denn die eine Empfindung stört die andere, indem sich beide Empfindungen vermischen, auf ähnliche Weise wie zwei

gleichzeitige Töne, deren Abstand in der Tonleiter auch nicht so gut aufgefaßt werden kann als der von zwei ungleichzeitigen, von denen der eine bald auf den andern folgt. Noch weit mehr als beim Tast- und Gehörsinne findet diese Vermischung von zwei gleichzeitigen Empfindungen hinsichtlich der Geruchsempfindungen statt, denn man ist außerordentlich gehindert, zwei Gerüche zu vergleichen, wenn man zwei Riechfläschchen zugleich an beide Nasenlöcher hält.

Diese Vermischung gleichzeitiger Empfindungen ist ein interessantes Factum, aber eine noch interessantere Thatsache ist es, daß man eine Empfindung, die schon vergangen ist, und deren man sich nur erinnert, und die man sich also nur mit der Phantasie vergegenwärtigt, mit einer gegenwärtigen Empfindung so genau vergleichen kann. Dieses ist bei der oben angegebenen Methode, 2 Gewichte zu vergleichen, die sich unter allen als die vortheilhafteste bewährt hat, der Fall. Man sollte glauben, die Empfindung, die wir eben haben, der Druck, den wir empfinden, sei immer um so viel stärker als die Phantasievorstellung, die wir uns von dem Drucke machen, den wir vorher empfunden haben, daß sich beide Vorstellungen gar nicht vergleichen ließen; dies ist aber wie gesagt ganz und gar nicht der Fall. Ich habe bei verschiedenen Menschen Reihen von Experimenten darüber gemacht, in welchem Grade die Vergleichung zweier Empfindungen unvollkommener werde, wenn 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 und mehr Seeunden vergehen, ehe die zweite Empfindung auf die erste folgt, mit der sie verglichen werden soll. Bei manchen Menschen wurde die Vergleichung schon nach 10 Secunden sehr unvollkommen. Bei größeren Gewichtsunterschieden kann mehr Zeit vergehen, ehe man verhindert wird, das schwerere Gewicht von dem leichteren zu unterscheiden, als bei sehr kleinen Gewichtsunterschieden. Mir gelang es, ein Gewicht von 14 Unzen oder sogar bisweilen ein Gewicht von $14\frac{1}{2}$ Unzen noch von einem Gewichte von 15 Unzen zu unterscheiden, wenn zwischen der ersteren und der letzteren Empfindung 15 bis 30 Secunden vergangen waren. Sogar nach 35 Seeunden gelang es mir, bisweilen noch das schwerere Gewicht vom leichteren zu unterscheiden, niemals aber, wenn 40 Seeunden vergangen waren. Wenn der Gewichtsunterschied größer war, so konnten 60 bis 90 Seeunden vergehen, ehe die zweite Empfindung der ersteren folgte, und dennoch konnte ich das schwerere Gewicht vom leichteren unterscheiden, z. B. wenn sich die Gewichte wie 4 zu 5 verhielten. Bei noch größeren Gewichtsunterschieden konnten sogar über 100 Seeunden vergehen. Bei Gesichtsempfindungen machte ich ähnliche Erfahrungen. Ich hielt Menschen eine auf Papier mit Tinte gezeichnete schwarze Linie vor, und ließ, nachdem ich sie wieder weggenommen hatte, 30 Seeunden oder sogar 70 Seeunden vergehen, ehe ich eine zweite Linie vorzeigte, die sonst gleich, aber um $\frac{1}{17}$ länger war, und doch wurde die längere von der kürzeren noch unterschieden. Die Unterscheidung fiel aber, wenn 70 Seeunden vergangen waren so schwer, daß man wohl sah, daß die Unterscheidung nach 80 Seeunden unmöglich gewesen sein würde. Wenn die Längen der Linien sich wie 20 : 21 verhielten und also um $\frac{1}{21}$ differirten, konnte die längere Linie von der kürzeren wohl noch nach 30 Seeunden, nicht aber nach 40 Seeunden unterschieden werden. Wenn sich die Längen der Linien wie $50 : 51\frac{1}{4}$ verhielten, wurde die längere Linie von der kürzeren nach 3 Secunden, nicht aber nach 5 oder 10 Seeunden unterschieden. Man kann auf diese Weise messen und in Zahlen angeben, wie

die Deutlichkeit der Erinnerung von Empfindungen von Secunde zu Secunde abnimmt. Da man so selten Gelegenheit hat, über solche geistige Vorgänge Messungen zu machen, so empfehle ich diese Versuche der Aufmerksamkeit der Psychologen.

Es ist sehr interessant für die Lehre vom Tastsinne und Gemeingefühle, daß wir außer den Tastorganen noch eine zweite Classe von Organen besitzen, welche uns von der Größe des auf unsern Körper wirkenden Drucks oder Zugs eine Vorstellung verschaffen: die unserm Willen gehorchenden Muskeln nebst den Nerven und deren Centralorganen. Aus dem Gefühle der Anstrengung derselben, wenn wir ein Gewicht heben, und aus dem Gefühle der Anspannung derselben, wenn ein Gewicht an unsern erschlafften Gliedern zieht und dadurch die Muskeln dehnt, schließen wir auf die Größe eines auf uns wirkenden Gewichtes oder auf die Größe des Widerstandes, den wir bei der Bewegung unserer Glieder überwinden müssen. Es ist wichtig, zu untersuchen, was in dieser Hinsicht der Tastsinn der Haut allein leistet, wenn er nicht von den Muskeln unterstützt wird, und was die Muskeln allein leisten, wenn sie nicht durch den Tastsinn der Haut unterstützt werden, und endlich, wie diese Wahrnehmung der Gewichte vervollkommnet wird, wenn beide Hülfsmittel zugleich zu der Beobachtung benutzt werden.

In meinen früheren Untersuchungen über den Tastsinn wollte es mir nicht gelingen, eine Methode ausfindig zu machen, um zu bestimmen, was hierbei die Muskeln allein leisten. Jetzt habe ich eine ganz einfache Methode gefunden, sowohl die Haut als auch die Muskeln einzeln zu prüfen.

Lassen wir dem Beobachter seine Hand so auf den Tisch legen, daß sie vollkommen unterstützt ist, und legen wir ihm nun, während er die Augen wegwendet, 2 verschiedene Gewichte abwechselnd auf die 2 letzten Glieder von 2 oder 3 bestimmten Fingern, sei es auf die Rückenfläche oder auf die Volarfläche derselben, und wechseln wir mit dem Wegnehmen und Auflegen eines jeden von diesen beiden Gewichten ab, bis er eine Vergleichung derselben angestellt hat, so beruht sein Urtheil, welches Gewicht schwerer sei, auf den Empfindungen, die ihm der Tastsinn der Haut verschafft. Denn da an den beiden letzten Gliedern der Finger gar keine Muskeln liegen und die Muskeln, die durch Sehnen aus der Entfernung auf diese Glieder wirken können, ruhen, so sind die Muskeln bei der entstehenden Empfindung gar nicht betheiligt, auch dadurch nicht, daß die Gewichte auf sie einen Druck ausübten.

Lassen wir dagegen den Beobachter mit der Hand die vereinigten Zipfel eines zusammengeschlagenen Tuches umfassen, in welchem ein Gewicht hängt, und dasselbe mit gestrecktem oder auch gekrümmtem Arme halten und geben wir ihm, nachdem wir ihm das Tuch aus der Hand genommen haben, ein zweites Tuch mit einem andern Gewichte in die Hand und wiederholen diese Operation, ohne daß er die Tücher sehen kann, so oft, bis er sich ein Urtheil darüber, welches Gewicht das schwerere sei, gebildet hat, so beruht dasselbe nur auf dem Gemeingefühle der Muskeln und nicht auf dem Tastsinne der Haut. Das von der Hand umfaßte Tuch reibt sich zwar an der Hand, übt aber auf sie keinen Druck aus. Faßt nun der Beobachter das Tuch etwas fester als nöthig ist, damit es nicht aus der Hand gleite, so kann er nicht einmal aus dem Drucke, den die Hand ausüben muß, damit das Tuch nicht aus derselben gleite, einen

Schluß auf die Größe des Gewichts machen. Von 10 Personen, die zur Hälfte männlichen Geschlechts waren, welche 78 und 80 Unzen auf die beschriebene Weise in Tüchern durch Hebung der Gewichte verglichen, waren nur zwei, welche das schwerere Gewicht von dem leichteren nicht unterscheiden konnten, 7 von ihnen bestimmten bei 3 mit Jedem angestellten Versuchen jedesmal richtig, welches Gewicht schwerer sei. Bei einigen von ihnen wurden 4 bis 7 Versuche angestellt, und in allen diesen Fällen bestimmten sie das Gewicht richtig. Einer von den 10 Beobachtern bestimmte bei 8 mit ihm angestellten Versuchen sieben Mal richtig und ein Mal falsch. Man darf daher annehmen, daß wohl die Mehrzahl der Menschen auch ohne vorausgehende längere Uebung durch das Gemeingefühl der Muskeln 2 Gewichte unterscheiden könne, die sich wie die Zahlen 39:40 verhalten.

Die Feinheit in der Schätzung der Gewichte, wenn dieselbe allein mittelst des Tastsinns der Haut ausgeführt wird, geht nicht ganz so weit. Nach meinen älteren Untersuchungen, die ich durch neuere Versuchsreihen bestätigt finde, unterscheidet man Gewichte, die sich wie die Zahlen $14\frac{1}{2}$: 15 und also wie 29:30 verhalten, nur mit der größten Mühe, wenn die Gewichte successiv auf die nämlichen Glieder der auf dem Tische ruhenden Finger gelegt werden.

Verbindet man beide Methoden mit einander, so geht die Unterscheidung mindestens nicht weiter, als bei hinreichend großen Gewichten durch das successive Aufheben, und man kann daher nicht behaupten, daß beide Methoden vereinigt ein noch viel vortheilhafteres Resultat gäben, als die Prüfung hinreichend großer Gewichte durch Aufheben allein. Bei kleineren Gewichten aber scheint diese Verbindung beider Untersuchungsmethoden allerdings nützlich zu sein.

Will man Gewichte, die sich wie die Zahlen 29:30 verhalten und successiv auf die Finger gelegt werden, ihrer verschiedenen Schwere nach sicher unterscheiden, so muß man mehrere Vorsichtsmaaßregeln anwenden. Sie müssen in gleichem Grade warm oder von schlechten Wärmeleitern umgeben sein, denn kältere Metalle scheinen uns schwerer zu sein als wärmere,*) sie müssen immer auf den nämlichen Theil der Haut gelegt werden und müssen eine gleichgroße Grundfläche haben, mit der sie die Haut berühren, auch muß, wenn das eine Gewicht weggenommen wird, das andere schnell an dessen Stelle gelegt werden, und zwar ohne es plötzlich loszulassen.

Wir haben oben gesehen, daß der Ortsinn in der Zungenspitze mehr als 50 Mal feiner ist als auf der Mitte unsers Rückens, daß er an der Hohlhandseite der Fingerspitze 7 bis 8 Mal so fein ist als auf dem Rücken der Hand, 10 Mal so fein als auf der Stirn, 18 Mal so fein, als auf der Mitte des Unterarms, 20 bis 36 Mal so fein als an der Mitte des Oberarms, wenn er in querer Richtung berührt wird, und endlich etwa 50 Mal so fein als an der Mitte des Oberarms und des Oberschenkels, wenn sie der Länge nach berührt werden. Es fragt sich, verhält sich die Feinheit des Tastsinns, insofern sie uns fähig macht, kleine

---

*) Siehe E. H. Weber: De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anat. et physiol. Lipsiae 1834 p. 135 et 137.

*) Siehe oben pag. 512.

Unterschiede des auf unsere Haut ausgeübten Drucks wahrzunehmen und kleine Gewichtsunterschiede zu empfinden, in den verschiedenen Theilen der Haut auch so? Diese Frage ist bestimmt zu verneinen und dasselbe muß man, wie wir weiterhin sehen werden, auch von dem Vermögen, kleine Temperaturunterschiede zu empfinden, sagen.

Die feineren Grade des Druckes lassen sich zwar mit den Fingern etwas besser unterscheiden als mit der Haut des Unterarms, und auf dem Rücken des Menschen oder am Bauche ist dieses Vermögen wieder etwas unvollkommener als am Unterarme, aber diese Verschiedenheiten sind weit unbeträchtlicher als die Verschiedenheiten hinsichtlich der Feinheit des Ortsinns, denn die ganze Verschiedenheit ist etwa eine solche, daß die Feinheit des Tastsinns ungefähr nur = 6 ist auf der Mitte des Unterarms, wenn sie an den Fingern = 7 ist. Man kann bei dieser Vergleichung der Feinheit des Tastsinns auf eine doppelte Weise verfahren: erstens, indem man gleichzeitig auf die Finger und auf die Stirn Gewichte legen läßt, wobei man dann bemerkt, daß das auf dem Unterarme liegende Gewicht leichter zu sein scheint, als das auf dem Finger liegende. Ich habe in meinen über den Tastsinn geschriebenen Programmen zahlreiche Reihen von Versuchen hierüber mitgetheilt, und wie gesagt, gefunden, daß das Vermögen, den Druck eines Gewichts zu empfinden, und die Gewichtsunterschiede sehr genau wahrzunehmen, an den beiden letzten Gliedern der Finger sich nur wenig unterschied von diesem Vermögen der Haut in der Mitte des Unterarms. Wurden z. B. auf die Volarseite der 3 mittelsten Finger 5 Unzen, und auf die Mitte des Unterarms 4 Unzen gelegt, während diese Theile auf dem Tische ruheten, so empfand man auf dem Finger einen stärkeren Druck. Wurden aber auf die Finger 4 Unzen, und auf den Vorderarm 5 Unzen gelegt, so schien der Druck gleich zu sein und so blieb er auch gleich, bis endlich die Gewichte auf dem Unterarme so vermehrt waren, daß daselbst 7 Unzen lagen, während auf dem Finger immer nur noch 4 Unzen, denn nun erst war die Empfindung des Drucks am Unterarme entschieden größer. Es verhielt sich daher die Stärke des Gefühls an den Fingern und auf der Mitte des Unterarmes nahe wie 7 : 6, oder genauer ausgedrückt, wie 1,183 : 1, während die Vollkommenheit des Ortsinns an diesen Theilen sich ungefähr wie 9 : 1 verhielt, d. h. auf der Mitte der Finger 9 Mal größer war, als auf der Mitte des Unterarms. In meiner Schrift sind 15 Versuchsreihen enthalten, die an verschiedenen Theilen ausgeführt worden sind, und alle haben ein ähnliches Resultat gegeben.

Man kann nun aber auch zweitens die Vollkommenheit unsers Sinnes, den Druck zu empfinden, dadurch prüfen, daß man successiv auf die nämlichen Finger 2 Gewichte legt, die nur wenig verschieden sind, und beobachtet, einen wie kleinen Gewichtsunterschied man noch zu erkennen im Stande sei, und daß man dann dieselben Versuche auf der Mitte des Unterarms anstellt und untersucht, ob hier der Gewichtsunterschied größer sein muß, als auf dem Finger, damit er noch wahrgenommen werden könne. Aus diesen Versuchen, welche feiner und zuverlässiger sind als die vorher angegebenen, ergiebt sich, daß der nämliche Beobachter auf den Fingern noch das schwerere Gewicht von dem leichteren unterschied, wenn sich die Gewichte wie 20 : 19,2 verhielten, daß dagegen auf der Mitte des Unterarms ein so

kleiner Gewichtsunterschied nicht erkannt wurde, sondern daß sich die Gewichte wenigstens wie 20 : 18,2 verhalten mußten, damit man das schwerere Gewicht vom leichteren unterscheide.

Ebenso wurden in dieser Hinsicht die Finger und die Stirn mit einander verglichen und gefunden, daß die auf die Stirn gelegten Gewichte sich wenigstens wie 20 : 18,7 verhalten mußten, damit das schwerere vom leichteren unterschieden werden könne, während auf den ruhenden Fingern Gewichte unterschieden wurden, die sich wie 20 : 19 oder sogar wie 30 : 29 verhielten.

Es ist schon oben gezeigt worden, daß darin kein Widerspruch liege, daß in den nämlichen Theilen, in welchen der Ortsinn in sehr verschiedenem Grade ausgebildet ist, das Vermögen, Gewichtsunterschiede wahrzunehmen, nicht sehr verschieden sei. Denn die Ausbildung des Ortsinns scheint auf besonderen Einrichtungen zu beruhen, die bei der Ausbildung des Vermögens, Gewichtsunterschiede zu empfinden, nicht erforderlich sind. Damit der Ortsinn sehr fein sei, ist erforderlich, daß auf einem Theile der Haut von bestimmter Größe sich viele elementare Nervenfäden in einer gewissen Ordnung endigen, dagegen ist, damit das Vermögen, Gewichtsunterschiede oder Temperaturunterschiede wahrzunehmen, gehörig entwickelt sei, nur nöthig, daß auf einer gleichgroßen Oberfläche der Haut viele empfindliche Punkte seien. Ob diese Punkte ihre Empfindlichkeit einem und demselben elementaren Nervenfaden, oder mehreren verschiedenen Nervenfäden verdanken, scheint keinen, oder wenigstens nur einen geringen Einfluß zu haben. Wenn auf denselben Nervenfaden an mehreren Orten Eindrücke gemacht werden, so scheint auch dadurch der Gesammteindruck auf den ganzen Faden größer zu werden.

III. Temperatursinn.

Die Empfindungen der Wärme und Kälte verhalten sich nicht wie die Empfindungen von Helligkeit und Dunkelheit, denn sie sind positive und negative Größen, zwischen welchen der Nullpunkt, der durch die Wärmequelle bestimmt wird, die wir in uns haben, liegt. Wenn die unsere Haut umgebenden und berührenden Körper eine solche Temperatur haben, daß die Temperatur unserer Haut, ungeachtet wir selbst eine Wärmequelle in uns haben, weder steigt noch sinkt, so scheinen uns dieselben weder warm noch kalt, bringen sie die Temperatur der Haut zum Steigen, so scheinen sie uns warm zu sein, für kalt dagegen erklären wir sie, wenn durch ihren Einfluß die Temperatur unserer Haut sinkt. Dagegen ist die absolute Finsterniß der Nullpunkt der Erleuchtung, und die verschiedenen Grade der Erleuchtung, von der Dunkelheit bis zur größten Helligkeit, sind also positive Größen.

Ein Thermometer zeigt die Temperatur des Quecksilbers in jedem Augenblicke an, es mag nun im Steigen oder Fallen sein oder nicht. Anders verhält sich's mit dem Tastsinne. Es scheint, als ob wir hier vielmehr den Act des Steigens oder Sinkens der Temperatur unserer Haut als den Grad wahrnehmen könnten, bis zu welchem die Temperatur gestiegen oder gesunken ist. Wir empfinden z. B. nicht, ob unsere Stirne oder unsere Hand wärmer ist, bis wir die Hand an die Stirn legen, wo wir dann oft zwischen beiden einen großen Unterschied wahrnehmen und zu manchen Zeiten die Hand, zu andern die Stirn wärmer finden. Legen wir die

Hand an die Stirn, so bringt der kältere von diesen Theilen die Temperatur des wärmeren zum Sinken und umgekehrt, und dieses Sinken und Steigen der Temperatur in dem einen und in dem andern Theile empfinden wir. Unmittelbar ohne diese wechselseitige Einwirkung können wir die Temperaturen in den verschiedenen Theilen unserer Haut nicht vergleichen. Daher verwechseln wir auch ein schnelles Sinken und ein tiefes Sinken der Temperatur unserer Haut. Tauchen wir die eine Hand in mäßig kaltes Wasser unter, während wir die andere Hand wiederholt, aber nur auf einen Augenblick eintauchen, so glauben wir in der letzteren Hand die Empfindung eines höhern Kältegrades zu haben als in der ersteren, und doch sinkt die Temperatur in der Haut der ersteren Hand tiefer, als in der letzteren, da ihr in der Zeit, wo sie nicht eingetaucht ist, keine Wärme entzogen, vielmehr ein Theil der verlorenen Wärme durch die innere Wärmequelle ersetzt wird. Auf den ersten Anblick scheint folgender Versuch der vorgetragenen Ansicht zu widersprechen. Wenn man einen Theil der Haut des Gesichts, z. B. die Stirn, mit einem + 2° R. kalten Metallstabe einige Zeit, z. B. 30 Secunden, in Berührung bringt und denselben dann entfernt, so fühlt man ungefähr 21 Secunden lang die Kälte in jenem Theile der Haut. Nach dem, was soeben mitgetheilt worden, hätte man glauben sollen, wir würden das Gefühl der Wärme haben, während ein erkälteter Theil der Haut wieder erwärmt würde. Ich vermuthe daher, daß in diesem letzteren Falle das Gefühl der Kälte nicht dadurch entsteht, daß die Nerven des erkälteten Hautstücks, sondern daß die Nerven der angrenzenden Haut, der nun von der erkälteten Haut Kälte mitgetheilt wird, die Empfindung der Kälte hervorbringen.

Die Einrichtungen, welche an den Enden der Tastnerven getroffen sein mögen, um die Einwirkungen der Wärme und Kälte auf dieselben zu vermitteln, kennen wir eben so wenig, wie die an irgend einem andern Sinnorgane. Hoffentlich werden wir sie aber in Zukunft durch fortgesetzte mikroskopische Studien kennen lernen. Es ist daher noch ungewiß, ob die nämlichen Einrichtungen, welche die Empfindungen des Drucks möglich machen, auch die Empfindungen von Wärme und Kälte vermitteln, oder ob für diese letzteren besondere Einrichtungen existiren. Unstreitig beruhen die letzteren darauf, daß das Volumen der Körper sich vergrößert, wenn ihre Temperatur steigt, und sich verkleinert, wenn sie sinkt. Diese Veränderung trifft, nach bekannten physikalischen Gesetzen, die tropfbaren Flüssigkeiten in einem viel höheren Grade, als die festen Substanzen. Die reichlich mit Flüssigkeit erfüllten, weichen und ausdehnbaren Zellen des Zellgewebes, welches die Gefühlswärzchen bildet, müssen wegen der größeren Menge tropfbarer Flüssigkeit, die sie enthalten, weit mehr durch Wärme sich auszudehnen, durch Kälte sich zusammen zu ziehen streben, als die trockene Oberhaut, welche die Hautwärzchen wie mit einer Scheide umgiebt. Man übersieht hiernach, daß durch Temperaturwechsel wohl zwischen den Hautwärzchen und ihren Scheiden Druck und Zug müsse entstehen können. Auf die Eigenschaft der tropfbarflüssigen Körper, vermöge der sie durch Temperaturänderungen eine größere Aenderung des Volumens erleiden als die festen Körper, lassen sich noch manche Hypothesen gründen, wie durch Druck oder Spannung Eindrücke auf die Nerven hervorgebracht werden können.

Als Fingerzeig für die weiteren Forschungen über diese Einrichtungen

muß es betrachtet werden, daß, wie oben durch Versuche gezeigt worden ist, kalte Körper von gleichem Gewichte uns schwerer zu sein scheinen als warme, und daß also die Kälte ähnlich wie der Druck zu wirken scheint, und bei der gleichzeitigen Empfindung beider damit verwechselt wird. Diese Erfahrung ist daher der Annahme günstig, daß auch die Empfindungen von Wärme und Kälte auf einem auf die Nerven ausgeübten Drucke und Zuge beruhen.

Aus dem Gesagten geht schon hervor, daß wir durch den Tastsinn die Temperatur der Körper oft nicht richtig wahrnehmen. Kalte Körper, welche zugleich gute Wärmeleiter sind, scheinen uns viel kälter zu sein als andere, die dieselbe Temperatur haben, aber schlechte Wärmeleiter sind. Ein kalter Holzstab scheint uns viel weniger kalt zu sein als ein gleichkalter Metallstab, Wasser scheint uns kälter zu sein als Oel, wenn auch beide genau gleich kalt sind, und ebenso verhält es sich mit den guten und schlechten Wärmeleitern, wenn sie wärmer sind als unser Blut. Die guten Wärmeleiter entziehen unserer Haut im ersteren Falle die Wärme schneller, und treten ihr im letztern Falle schneller Wärme ab. Ebenso scheinen uns warme Flüssigkeiten wärmer, kalte Flüssigkeiten kälter, wenn wir unsere eingetauchte Hand darinnen bewegen. Ist unsere Hand unbewegt, so nehmen die sie berührenden Theile der Flüssigkeit eine andere Temperatur an, die der Temperatur der Haut näher ist, bewegen wir aber die Hand, so reißen sich diese Flüssigkeitstheile von unserer Hand los, und so kommen immer neue Flüssigkeitstheile mit ihr in Berührung, die ihre Temperatur noch nicht geändert haben. Hierauf beruht auch die so oft nachtheilige Erkältung hervorbringende Wirkung des Luftzugs.

Ein zweiter Umstand, warum wir die Temperatur der Körper oft nicht richtig wahrnehmen, ist der, daß die Haut selbst nicht immer dieselbe Temperatur besitzt, z. B. wenn zu einem Theile der Haut weniger Blut fließt, oder bei einer längeren Einwirkung einer mäßigen Kälte die Haut selbst kälter wird. Es bildet sich dann allmälig ein neuer Gleichgewichtszustand, bei welchem die erkältete Lage der Haut endlich nur so viel Wärme herausläßt, als von innen her zugeführt wird. Körper, welche nun wärmer sind als die Haut, und ihr also Wärme abtreten, scheinen uns darum warm zu sein, sogar wenn sie eine niedrigere Temperatur haben als die ist, welche die Haut in der Regel zu haben pflegt, so daß sie uns im regelmäßigen Falle kalt erscheinen würden. Der Arzt muß daher, um die Temperatur seines Patienten richtig zu beurtheilen, dafür sorgen, daß seine Hände eine constante Temperatur besitzen.

Tauche ich meine Hand 1 Minute lang in Wasser von der Temperatur von $+ 12\frac{1}{2}^{0}$ C. und dann in Wasser von 18^{0} C., so habe ich in dem letzteren einige Secunden lang das Gefühl der Wärme, hierauf aber stellt sich allmälig das Gefühl der Kälte ein, das so lange fortdauert, als die Hand eingetaucht wird. Das Steigen der Temperatur unserer abgekühlten Haut bringt also das Gefühl von Wärme auch dann hervor, wenn die Temperatur, die dadurch entsteht, eine solche ist, daß sie noch immer als Kälte empfunden werden sollte. Aber dieses Gefühl der Wärme dauert nur so lange fort, als das Steigen der Temperatur, nachher empfindet man Kälte, weil der Haut vom Wasser mehr Wärme entzogen, als von innen her zugeführt wird.

Wasser, dessen Temperatur 35^{0} C. (28^{0} R.) beträgt, und das folglich um $2\frac{1}{2}^{0}$ C. (2^{0} R.) kälter ist als das Blut, das ich hier zu $37^{0},5$ C. oder

30° R. annehmen will, erzeugt die Empfindung der Wärme, wenn unsere Hand, wie gewöhnlich in der Stubentemperatur, minder warm ist und nicht lange eingetaucht wird. Bleibt aber die Hand einige Zeit eingetaucht, so entsteht das Gefühl einer schwachen Kälte. Vom Anfange wird ihr vom Wasser Wärme mitgetheilt, ist nun aber die Temperatur der Haut an der Hand durch die Erwärmung von innen und von außen her gestiegen, so bringt die Bewegung der Hand in diesem Wasser eine Abkühlung der Haut hervor, die die Empfindung einer schwachen Kälte hervorruft.

Wasser, welches eine Temperatur von 36°,2 C. (29° R.) hat, verursacht in der eingetauchten Hand stets das Gefühl der Wärme. Zwar ist diese Temperatur etwas niedriger als die des Bluts, dennoch aber scheint sie eine Zunahme der Temperatur der Haut zu bewirken, vermuthlich weil die Haut, wenn sie mit einer so warmen Flüssigkeit in Berührung ist, nicht so viel Wärme nach außen hin absetzt, als durch die innere Wärmequelle erzeugt wird.

Das Vermögen, Wärme und Kälte zu empfinden, ist nicht in allen Theilen der Haut in gleicher Vollkommenheit vorhanden, aber die Verschiedenheit, welche in dieser Hinsicht statt findet, ist, wie schon oben bemerkt worden, viel geringer als die der Feinheit des Ortsinns. Man darf die Eigenthümlichkeit, daß wir in manchen Theilen die Einwirkung der Temperatur der uns berührenden Körper viel schneller empfinden als in andern, nicht mit der Feinheit verwechseln, mit welcher wir vorzugsweise durch manche Theile der Haut schon sehr kleine Temperaturunterschiede wahrnehmen. Die erstere Eigenschaft beruht darauf, daß die Oberhaut dünner ist. Denn die Oberhaut ist selbst unempfindlich und ein sehr schlechter Wärmeleiter. Je dicker sie daher ist, desto länger dauert es, bis die Kälte oder Wärme zu den empfindlichen Theilen des Tastorgans eindringt, und desto mehr sind die Tastorgane fähig, mit heißen Körpern in Berührung zu kommen, ohne daß ein brennender Schmerz entsteht. Man hat eine sehr gute Gelegenheit die Verschiedenheiten, die in der Wärme- und Kälteempfindung aus diesen beiden Ursachen entstehen, zu unterscheiden, wenn man zugleich beide Hände in ein tiefes Gefäß mit kaltem oder warmen Wasser so eintaucht, daß die Hohlhandflächen einander zugekehrt sind, ohne einander zu berühren. Ist z. B. die Temperatur des Wassers + 1°,2 C. (+ 1° R.) oder + 2°,5 C. (+ 2° R.), so empfindet man anfangs die Kälte stärker am Rücken beider Hände, als an der Hohlhand, weil die Oberhaut am Rücken der Hände viel dünner ist. Nach 8 Secunden ungefähr fängt aber die Empfindung der Kälte an, in der Hohlhand überwiegend zu werden und dieselbe wächst in dem Maaße, daß es bald ganz unzweifelhaft ist, daß dasselbe Wasser in der Hohlhand eine beträchtlich stärkere Kälteempfindung hervorruft, als auf dem Rücken derselben. Dasselbe zeigt sich, wenn man warmes Wasser anwendet, hinsichtlich der Empfindung der Wärme. Vielleicht ist die von mir gemachte Beobachtung, daß Wärme und Kälte auf die linke Hand einen etwas stärkeren Eindruck als auf die rechte Hand mache, eben dadurch zu erklären, daß die Oberhaut an der linken Hand etwas dünner ist als an der rechten. Es ist daher wohl gewiß, daß, so wie der Ortsinn in der Hohlhand mehr entwickelt ist als auf dem Rücken der Hand, auch der Wärmesinn daselbst vollkommner sei. Aber eben so gewiß ist es auch, daß diese letztere Verschiedenheit nur gering sei im Verhältnisse zu der großen, die

hinsichtlich der Vollkommenheit des Ortsinnes zwischen der Hohlhandseite und Rückenseite der Hand gefunden wird. Die Ursache hiervon scheint auch hier darin zu liegen, daß die Feinheit des Temperatursinns zahlreiche für die Wärme empfindliche Punkte erfordert, daß es aber nicht nöthig ist, daß in jedem empfindlichen Punkte ein besonderer elementarer Nervenfaden endige, sondern daß es hinreicht, wenn derselbe elementare Nervenfaden dadurch, daß er sich in Aeste theilt oder vielfach hin- und herbeugt, viele Punkte der Haut empfindlich macht, während dagegen die Feinheit des Ortsinns darauf beruht, daß viele elementare Nervenfäden in einer bestimmten Ordnung nebeneinander in der Haut endigen.*)

Es ist sehr interessant, daß auch die Größe des Stücks der Haut, welches gleichzeitig von einem warmen oder kalten Körper afficirt wird, einen Einfluß auf die Empfindung der Wärme hat. Wenn man in dieselbe warme oder kalte Flüssigkeit den Zeigefinger der einen Hand und die ganze andere Hand gleichzeitig eintaucht, so ist die Empfindung in beiden Gliedern nicht dieselbe, sondern in der ganzen Hand heftiger. Diese größere Stärke des Eindrucks, die daher rührt, daß gleichzeitig derselbe Eindruck auf viel mehr empfindliche Punkte gemacht wird, verwechselt man mit derjenigen Stärke des Eindrucks, die unter andern Umständen dadurch entsteht, daß die Flüssigkeit eine höhere oder eine niedere Temperatur hat. Es fühlt sich daher kaltes Wasser mit der ganzen Hand kälter, warmes Wasser mit derselben wärmer an, als mit einem einzelnen Finger, ungeachtet man doch weiß, daß man beide Glieder in dasselbe Wasser eintaucht. Weiß man das nicht, indem man die beiden Glieder in Gefäße mit Wasser eintaucht, deren Temperatur man nicht kennt, so wird man verleitet Wasser, welches $+ 29\frac{1}{2}°$ R. warm ist, und in das man die ganze Hand eintaucht, für wärmer zu halten als Wasser, das $+ 32°$ R. warm ist, und in das man nur einen Finger eintaucht, und in dieselbe Täuschung wird man versetzt, wenn man Wasser von $+ 17°$ und $+ 19°$ R. auf dieselbe Weise untersucht, wo uns dann das Wasser, welches eine Temperatur von $+ 17°$ R. hat, und in das wir die ganze Hand eintauchen, kälter zu sein scheint als das andere, ungeachtet letzteres um $2°$ R. wärmer ist. Es scheinen sich demnach die durch viele empfindliche Punkte aufgenommenen Wärmeeindrücke im Gehirn, wohin sie fortgepflanzt werden, zu summiren und einen Gesammteindruck hervorzubringen. Dieses ist auch, wie wir später zeigen werden, der Fall, wenn durch Wärme- oder Kälteeindrücke Schmerz erzeugt wird, und zwar nicht dadurch, daß die Wärme oder Kälte einen zu hohen Grad erreichen, sondern dadurch, daß die Wärme- und Kälteeindrücke auf eine sehr große Strecke der Haut gemacht werden. Diese Summirung der Eindrücke, wodurch ein größerer und sogar schmerzhafter Gesammteindruck entstehen kann, gehört mit zu den Erscheinungen, welche es wahrscheinlich machen, daß das Gehirn der Ort ist, wo die in den Nerven angeregten Bewegungen zu unserm Bewußtsein kommen. Je näher die

---

*) Die Entdeckung der Theilung der elementaren Nervenfäden in mehrere Aeste in der Nähe ihrer peripherischen Endigung, widerspricht der von mir vorgetragenen Lehre nicht, daß durch einen elementaren Nervenfaden ein bestimmter Theil des Tastorgans mit einem bestimmten Theile des Gehirns mittelst eines einzigen Nervenfadens in Verbindung gebracht werde, wenn sich, wie es scheint, jene Aeste neben einander in der Haut endigen.

Hautstellen einander liegen, auf welche die Eindrücke gleichzeitig gemacht werden, und vermuthlich also auch, je näher einander die Theile des Gehirns liegen, zu welchen die Eindrücke fortgepflanzt werden, desto leichter fließen die Empfindungen in eine zusammen, je entfernter sie aber von einander sind, desto weniger ist es der Fall.

Wenn wir in zwei nebeneinander stehende Gefäße mit Wasser von verschiedener Temperatur gleichzeitig zwei Finger derselben Hand, z. B. den Daumen und den Zeigefinger, eintauchen, so vereinigen sich zwar die beiden Eindrücke nicht zu einem einzigen, aber wir werden durch die nahe Nachbarschaft sehr in der Vergleichung der beiden Temperaturen gestört. Schon weniger gestört werden wir, wenn wir in beide Gefäße gleichzeitig die Daumen beider Hände eintauchen. Indessen findet auch dann noch einige Störung statt, und viel vollkommner führen wir daher die Vergleichung zweier Temperaturen aus, wenn wir die beiden Daumen abwechselnd in die beiden Gefäße eintauchen, und am allervollkommensten gelingt uns die Vergleichung, wenn wir denselben Finger oder dieselbe Hand bald in das eine bald in das andere Gefäß eintauchen. Unter diesen Umständen kann man bei großer Aufmerksamkeit mit der ganzen Hand noch die Verschiedenheit zweier Temperaturen entdecken, die nur $\frac{1}{5}$ oder sogar $\frac{1}{6}$ eines Grads der Reaumur'schen Scala beträgt.

Den Unterschied von $\frac{2}{5}$ eines Grads nehmen die meisten Menschen mit Sicherheit wahr. Man könnte glauben, daß die Wahrnehmung einer so geringen Differenz nur bei Temperaturen gelingen würde, welche der Blutwärme sehr nahe sind. Ich muß aber bemerken, daß ich nicht gefunden habe, daß größere Differenzen erforderlich seien, um 2 Temperaturen, wenn sie $+ 14^0$ R. nahe liegen, von einander zu unterscheiden, als wenn sie der Blutwärme nahe sind.

Es ist, wie schon oben bemerkt worden ist, sehr schwer zu unterscheiden, ob man die Differenz der Temperaturen zweier Körper an einem Theile der Haut deswegen deutlicher unterscheidet als an einem andern, weil die Hautempfindlichkeit größer oder die Oberhaut dünner ist. Indessen verdient es immer die Aufmerksamkeit der Physiologen, daß die von beiden Umständen abhängende Empfindlichkeit für Temperaturveränderungen sogar an sehr nahe nebeneinander gelegenen Theilen der Haut sehr verschieden ist, und daß also Theile der Haut, welche für Temperatureindrücke empfindlicher sind, mit solchen abwechseln, die dagegen unempfindlicher sind. Wenn man Körper, die eine ziemlich constante Temperatur haben, mit verschiedenen Theilen der Haut abwechselnd in Berührung bringt, so bemerkt man, daß die Empfindung, die dadurch erregt wird, in gewissen Theilen der Haut viel lebhafter ist als in andern. Um zu solchen Versuchen dem Körper, welcher die Haut berührt, eine bestimmte und gleiche Temperatur zu geben, füllte ich zwei sehr längliche Glasphiolen mit Oel, und brachte in dieselben Thermometer ein, welche durch durchbohrte Stöpsel gingen. Wenn ich nun diese Phiolen im Wasser erwärmte oder erkältete, und hierauf abwischte, so zeigten dann die Thermometer ihre Temperatur an. Noch vortheilhafter würde es vielleicht gewesen sein, statt des Oels Quecksilber zu nehmen. Die Haut im Gesicht scheint die Haut an allen andern Theilen an Feinheit des Temperatur-

sinns zu übertreffen. Vorzüglich zeichnen sich die Augenlider und die Backen durch ihre Empfindlichkeit für Wärme und Kälte aus. Die Lippen, welche einen viel feinern Ortsinn haben als diese Theile, stehen ihnen in dieser feinen Empfindlichkeit für Wärme und Kälte nach. Der Ortsinn ist, wie wir oben gesagt haben, in dem mittelsten Theile der Oberlippe am feinsten, und nimmt nach außen und noch mehr nach den Backen hin mehr und mehr ab, die Empfindlichkeit für Wärme und Kälte dagegen ist in den Seitentheilen der Oberlippe größer, auf den Backen am größten, und auf der Mitte der Oberlippe geringer. Um diese Versuche mit einem Körper zu wiederholen, der eine kleine Oberfläche hat, nahm ich einen sehr großen und schweren Thorschlüssel, der einen soliden Cylinder und einen sehr großen schweren Bart hatte, und tauchte ihn in eine große Menge Quecksilber von bestimmter Temperatur, oder ich legte ihn hinreichend lange auf eine sehr kalte Steinplatte vor das Fenster, wo ein Thermometer die Temperatur anzeigte. Nachdem der Schlüssel die Temperatur der Steinplatte angenommen hatte, berührte ich mit dem abgerundeten Ende seines Cylinders abwechselnd und wiederholt 2 Theile der Haut, die ich hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit für Wärme und Kälte unter einander vergleichen wollte. Ich kam auf diese Weise nicht nur zu demselben Resultate, wie mit den Phiolen, sondern konnte auch noch kleinere Theile der Haut untereinander vergleichen. Durch diese Versuche findet man, daß die Augenlider am äußern und innern Augenwinkel empfindlicher sind als in der Mitte, und daß die Zungenspitze zu den empfindlichsten Theilen gehört. Das Empfindungsvermögen für Temperaturänderungen ist nach den Versuchen, die ich an mir selbst angestellt habe, im Gesichte viel größer als am Halse. Die Haut in der mittleren, beide Seitenhälften scheidenden, Ebene des Gesichts, der Brust, des Bauchs und des Rückens, ist mit einer geringeren Empfindlichkeit für Temperaturveränderungen ausgestattet, als die Theile, welche mehr seitwärts liegen. So ist die Empfindung für Temperaturveränderung an der Nasenspitze viel stumpfer als an der Seite der Nasenspitze, sie nimmt am Nasenflügel sehr zu, und ist am untern Rande des äußern Theiles des Nasenflügels am größten. Sie ist an den Backen und dicht vor dem Tragus des Ohrs viel lebhafter als an den Lippen, über dem untern Rande der Kinnlade viel lebhafter als am Kinne, in der Schläfengegend über dem Jochbogen lebhafter als an der Mitte der Stirn, über der Glabella. Sehr merkwürdig ist die Stumpfheit der innern Haut der Nase für die Empfindungen von Wärme und Kälte, verglichen mit der großen Erregbarkeit, welche die Haut des Gehörgangs für solche Eindrücke zeigt.

Auch am Rumpfe und an den Extremitäten zeigt sich ein verschiedener Grad von Feinheit der Empfindung von Wärme und Kälte, der theils von der größern Dünnheit der Oberhaut, theils von der Organisation des empfindlichen Theils der Haut abhängen mag. So zeigt z. B. bei mir der Anfang des ersten Gliedes des Zeigefingers in der Hohlhand, bis zu welchem die Spalte zwischen den Fingern nicht reicht, eine größere Empfindlichkeit für Wärme und Kälte, als der nämliche Theil am dritten, vierten und fünften Finger. Der Ballen des Daumens zeigt eine größere Empfindlichkeit, als der Ballen des kleinen Fingers, die Gegend des Ellenbogens am Olecranon zeigt eine größere Empfindlichkeit, als die Haut auf der Mitte des Biceps oder des Triceps, die Gegend des Trochanter major zeigt eine größere Empfindlichkeit als die Mitte der Gegend der

Crista ilei. Wenn auch diese Bemerkungen vor der Hand noch keine nützliche Anwendung gestatten, so können sie doch vielleicht später dazu dienen, die mikroskopischen Tastorgane für Temperaturempfindungen aufsuchen, und dieselben von den Tastorganen für den Ortsinn und vielleicht auch für den Drucksinn unterscheiden zu lernen. An den Theilen der Haut, welche eine große Empfindlichkeit für Wärme und Kälte zeigen, entsteht auch durch die Berührung sehr warmer und sehr kalter Körper schneller Schmerz, als in den unempfindlicheren Theilen derselben, wenn es die Dicke der Oberhaut nicht hindert. Davon wird in der Lehre vom Gemeingefühle die Rede sein.

Entstehen zwei Empfindungen, wenn sich zwei Tastorgane berühren?

Wir können zwei Theile unserer Haut mit einander in Berührung bringen und dadurch bewirken, daß der eine auf den andern durch Druck, Wärme oder Kälte einen Eindruck macht. Dieses ist bei andern Sinnorganen nicht möglich, denn wir können z. B. nicht mit dem einen Auge uns in das andere Auge sehen. Es fragt sich nun, ob hierbei beide Eindrücke, die wir in den sich berührenden Tastorganen gleichzeitig empfangen, untereinander zu einer einzigen Empfindung verschmelzen, oder ob sie getrennt bleiben, und ob wir es in dem letztern Falle durch die Beherrschung und absichtliche Richtung unserer Aufmerksamkeit selbst bestimmen können, welcher von beiden Eindrücken zum Bewußtsein kommen solle, oder welche andere Umstände bewirken, daß der eine oder der andere Eindruck zum Bewußtsein komme.

Die von mir gemachten Versuche beweisen, daß die Eindrücke nicht zu einer Empfindung verschmelzen. Bringen wir z. B. ein kälteres Glied mit einem wärmeren in Berührung, so empfinden wir nicht die mittlere Temperatur, sondern unter manchen Umständen Kälte, unter andern Wärme, und bisweilen abwechselnd Kälte und Wärme. Wenn die Empfindung der Wärme und Kälte schnell abwechselt, so gelangen wir zu der Vorstellung, daß etwas Warmes und Kaltes nebeneinander oder hintereinander liege, aber wir sind nicht im Stande, die Empfindungen der Wärme und Kälte in eine verschmolzen uns vorzustellen, etwa wie wir uns einen höhern und einen tiefern Ton vorstellen, indem wir sie im Verhältnisse einer Tertie auffassen.

Welcher von den beiden Eindrücken aber zum Bewußtsein gelange, hängt nur in einem sehr geringen Grade von der Richtung unserer Aufmerksamkeit ab. In der Regel sind es andere Umstände, die es bestimmen. Berührt man mit der ausgebreiteten Hand, die vorher längere Zeit geschlossen war und dadurch eine höhere, der Blutwärme näherstehende, Temperatur angenommen hatte, kurze Zeit die Stirn, so empfindet man mit der Stirn die Wärme der Hand, nicht mit der Hand die Kälte der Stirn. Achtet man aber bei dieser Berührung darauf, welches Object man fühlt, so findet man, daß man mit der Hand die Stirn als Object fühlt, keineswegs mit der Stirn die Hand. Dieser unerwartete Erfolg, welcher einen Widerspruch zu enthalten scheint, ist auf folgende Weise zu erklären. Die Stirn hat eine dünnere Oberhaut als die Hohlhand, und die Wärme der Hohlhand dringt daher schneller zu der mit dem Tastsinne begabten Lage der

Haut an der Stirn ein als in der Hohlhand, und auf diese schneller entstehende und stärkere Temperaturempfindung richtet sich die Aufmerksamkeit, dagegen ist die Hohlhand mit einem mehr ausgebildeten Ortsinne begabt als die Stirn und die Aufmerksamkeit richtet sich daher, wenn wir auf den Druck aufmerken, den wir empfinden, auf die Hand, in welcher die Druckempfindungen stärker und bestimmter entstehen. Hierzu kommt, daß wir unter übrigens gleichen Umständen unsere Aufmerksamkeit auf das Glied richten, welches wir bewegen und daß wir daher, wenn alle anderen Verhältnisse gleich sind, mit dem durch unsern Willen bewegten Gliede immer das unbewegte als ein Object empfinden. Beide Umstände kommen bei jener Beobachtung an der Stirn zusammen, und bewirken, daß man mit der Hohlhand die Stirn als Object fühlt. Man kann zwar durch die Richtung der Aufmerksamkeit allmälig bewirken, daß man die ausgespreizten Finger an der Stirn fühlt, allein es gelingt das kaum in einem höhern Grade, als wenn man seine ausgespreitzte Hand auf einen kühlen Tisch legt, wo man auch die Gestalt und Lage der einzelnen Finger am Tische deutlicher fühlt, als wenn dieselben nur mit der Luft in Berührung sind. Es beruht diese genauere Unterscheidung der Finger auf dem Gedanken, daß den empfundenen Theilen des Tisches empfindende Theile der Hand gegenüber liegen müssen.

Bei den geringen Temperaturverschiedenheiten, von welchen bis jetzt die Rede gewesen ist, empfindet man nicht mit dem wärmeren Theile besser als mit dem kälteren oder umgekehrt. Ist die eine Hand nur ein Wenig wärmer, die andere nur ein Wenig kälter als die Stirn, so empfinden wir, wenn wir die wärmere Hand an die Stirn legen, Wärme, und wenn wir die kältere Hand an die Stirn legen, Kälte, d. h. also, wir empfinden jedes Mal mit der Stirn die Temperatur der Hand.

Anders verhält sich's, wenn wir der Stirn künstlich eine beträchtlich kältere oder wärmere Temperatur mittheilen, z. B. wenn wir die Stirn mit einem Handtuche oder einem andern Körper in Berührung bringen, welche die Zimmertemperatur, z. B. 18° C. haben und dadurch abkühlen, daß wir sie mit andern und andern kühlen Theilen der Körper in Berührung bringen. Breiten wir nun die warme, geschlossen gewesene Hand aus und legen sie an die Stirn, so empfinden wir zuerst Kälte und dann Wärme, und endlich scheinen uns manche Theile der sich berührenden Glieder kalt und manche warm zu sein. Unter diesen Umständen empfinden wir also zuerst mit der warmen Hand die kühle Temperatur der Stirn, die wir künstlich hervorgebracht haben. Macht man denselben Versuch mit Theilen, die sich in aller andern Rücksicht ganz gleich sind, z. B. mit beiden Händen, die man mit ihrer Volarseite aneinander legt, nachdem man die eine durch Berührung mit einem 18° C. kalten Tische oder mit Wäsche von derselben Temperatur abgekühlt, die andere dadurch, daß sie geschlossen war, erwärmt hat, so empfindet man auch zuerst die ungewöhnliche Temperatur, die Kälte, hierauf aber auch die Wärme und dann auch wohl Theile der sich berührenden Glieder, von welchen manche warm, andere kalt erscheinen.

Taucht man die eine Hand einige Zeit in kaltes Wasser von 17° C. ein, trocknet sie dann ab und umfaßt damit den Rücken der andern Hand, welche ihre gewöhnliche Temperatur hat, so empfindet man diese wärmere Hand als ein Object, das uns aber kalt zu sein scheint. Die Hohlhand hat nämlich einen feineren Ortsinn als der Rücken der Hand. Daher empfin-

den wir mit derselben den Rücken der wärmeren Hand als ein Object. Der Rücken der wärmeren Hand hat nun aber eine viel dünnere Oberhaut als die Hohlhand, und die Kälte dringt daher in ihn schneller ein, als die Wärme in diese. Daher fühlen wir die entstehende Temperaturveränderung mittelst des Handrückens, glauben sie aber mit der Hohlhand zu fühlen.

Taucht man eine Hand in warmes Wasser, und legt nun beide Hände an einander, so fühlt man die Wärme der eingetaucht gewesenen Hand mit der andern Hand. Bringt man eine Hand, die ihre gewöhnliche Temperatur hat, an die abgekühlte Stirn, so empfindet man die Kälte der Stirn. Man empfindet daher immer den Temperaturzustand der Haut, der künstlich hervorgebracht worden ist, mit dem Gliede, das seine gewöhnliche Temperatur hat. Es versteht sich von selbst, daß hierbei vermieden werden muß, eine starke Erwärmung oder Erkältung herbeizuführen, welche, wie wir oben gesehen haben, das Empfindungsvermögen aufhebt oder schwächt, denn in einem solchen Falle erweckt der erwärmte oder erkältete Theil nur Empfindung in dem ihn berührenden Gliede und ist selbst unvermögend, Temperatureindrücke aufzunehmen. Ungeachtet die Empfindung der Wärme mit der der Kälte bei den erwähnten Versuchen nicht zu der Empfindung einer mittleren Temperatur verschmilzt, so verursacht doch das gleichzeitige Vorhandensein von zwei entgegengesetzten Empfindungen eine beträchtliche Störung, und die Empfindung der Kälte oder Wärme ist daher viel deutlicher und bestimmter, wenn ein anderer seine Hand an unsere Stirn legt, als wenn wir die Stirn mit unserer eigenen Hand berühren. Wenn ein Anderer seine Hand an unsere Stirn legt, so empfinden wir nicht nur die Temperatur der fremden Hand deutlich, sondern wir empfinden auch dieselbe als ein Object. Diese Versuche überzeugen uns übrigens, daß unsere Macht, unsere Aufmerksamkeit zu beherrschen und sie auf die Empfindungen zu richten, welche wir beobachten wollen, doch mehr beschränkt ist, als man gewöhnlich glaubt.

Volkmann hat schon die interessante Bemerkung gemacht, daß wir beim Sehen hinsichtlich der Richtung unserer Aufmerksamkeit auf diesen oder jenen sichtbaren Gegenstand gar sehr unterstützt werden durch physiologische Hülfsmittel, und hat sogar für zweifelhaft gehalten, ob unser Wille ohne eine solche Unterstützung die Aufmerksamkeit in unserm Körper herumführen könne. In der That ist es unserer Seele durch den Bau des Auges sehr leicht gemacht, mittelbar ihre Aufmerksamkeit bei der Betrachtung der in den Gesichtskreis fallenden Dinge zu beherrschen und zu führen. Da nämlich nur ein sehr kleiner Theil der Retina, der etwa $\frac{1}{3}$ Linie oder höchstens $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser hat, so organisirt ist, daß wir die Gegenstände, die sich darauf abbilden, hinreichend scharf sehen können und da auch wieder nur das Centrum von diesem Theile das schärfste Sehen möglich macht, so bewegen wir die Augen so, daß der Gegenstand, auf den wir unsere Aufmerksamkeit richten wollen, sich auf diesem empfindlichsten Theile der Nervenhaut abbildet. Wären alle auf unserer Nervenhaut gleichzeitig abgebildeten Gegenstände fast gleich deutlich, was der Fall sein würde, wenn alle Theile der Nervenhaut gleich empfindlich wären, so würde es unstreitig einer großen geistigen Anstrengung bedürfen, um die Aufmerksamkeit von gewissen fast gleichstarken und vollkommenen Empfindungen abzulenken und sie auf andre hinzulenken. Viel leichter ist es uns, das Auge oder den Kopf zu bewegen und herumzuführen und dadurch zu bewirken, daß nur derjenige Gegenstand einen lebhaften und

vollkommenen Eindruck auf das Auge mache, den wir eben sehen wollen, und dieser Eindruck wird noch stärker, wenn wir beide Augen auf denselben Gegenstand richten, so daß sich die verlängerten Augenaxen in ihm schneiden.

Ein anderes physiologisches Hülfsmittel liegt, wie auch schon Volkmann gezeigt hat, in dem Vermögen, unser Auge verschiedenen Entfernungen anpassen zu können, denn dadurch können wir bewirken, daß bald der nähere, bald der entferntere Gegenstand scharf und bestimmt gesehen wird. Wir können sogar unbestimmt gleichsam ins Blaue hinaus sehen und also bewirken, daß wir das nicht einmal deutlich sehen, was vor Augen liegt. Wir stellen dann unser Auge für diejenige Entfernung nicht ein, in welcher die sichtbaren Dinge liegen, sondern für eine andere, in welcher nichts zu sehen ist. Dieses ist bei den Menschen der Fall, von denen man sagt: sie seien in Gedanken, sie träumten wachend. Indessen bin ich weit entfernt, dem Menschen das Vermögen abzusprechen, seine Aufmerksamkeit auch unmittelbar zu lenken. So beweist z. B. der Versuch, wo wir die seitwärts vom Auge gehaltene Hand sehen, wenn wir bei unverwandt vorwärts sehendem Auge unsere Aufmerksamkeit auf den seitlichen Gegenstand richten, dieses Vermögen.

Ueber die kleinsten Verschiedenheiten der Gewichte, die wir mit dem Tastsinne, der Länge der Linien, die wir mit dem Gesichte und der Töne, die wir mit dem Gehör unterscheiden können.

Die kleinste Verschiedenheit zweier Gewichte, die wir noch mittelst des Gefühls der Anstrengung unserer Muskeln unterscheiden können, scheint nach meinen Versuchen die zu sein, wenn die beiden Gewichte sich ungefähr verhalten wie 39 zu 40, d. h. wenn das eine ungefähr um $\frac{1}{40}$ schwerer ist, als das andere. (Siehe oben pag. 547.) Mittelst des Gefühls vom Drucke, den die beiden Gewichte auf unsere Haut ausüben, können wir nur noch einen Gewichtsunterschied entdecken, der $\frac{1}{30}$ beträgt, so daß sich also die Gewichte verhalten wie 29 zu 30.

Wenn man eine Linie nach der andern ansieht, so kann Jemand, der ein sehr ausgezeichnetes Augenmaaß besitzt, nach meinen Versuchen noch einen Unterschied entdecken zwischen 2 Linien, deren Längen sich ungefähr wie 50 : 51, oder sogar wie 100 : 101 verhalten. Menschen, welche ein weniger feines Augenmaaß haben, unterscheiden Linien, die um $\frac{1}{25}$ ihrer Länge von einander verschieden sind. Die kleinste Verschiedenheit der Höhe zweier Töne, (die nahe in Unisono sind) welche ein Künstler noch wahrnimmt, wenn er einen Ton nach dem andern hört, ist nach Delezenne*) $\frac{1}{4}$ Komma $(\frac{81}{80})^{\frac{1}{4}}$. Ein Liebhaber der Musik unterscheidet nach ihm nur etwa $\frac{1}{2}$ Komma $(\frac{81}{80})^{\frac{1}{2}}$. Werden die Töne gleichzeitig gehört, so kann man so geringe Tonunterschiede nach Delezenne's Versuchen nicht wahrnehmen. $\frac{1}{4}$ Komma ist nahe das Verhältniß von 321 : 322, $\frac{1}{2}$ Komma aber ist nahe das Verhältniß von 160 : 161.

Ich habe gezeigt, daß der Erfolg bei den Gewichtsbestimmungen der-

*) Delezenne in Recueil des travaux de la soc. des sc. de Lille 1827 im Auszuge in Bull. univ. des sc. nat. XI. 275 und in Fechners Repertorium der Experimentalphysik. Leipzig, 1832. B. I. p. 341.

selbe ist, man mag Unzen oder Lothe nehmen, denn es kommt nicht auf die Zahl der Grane an, die das Uebergewicht bilden, sondern darauf, ob das Uebergewicht den 30sten oder den 50sten Theil des Gewichtes ausmacht, welches mit einem zweiten Gewichte verglichen wird. Ebenso verhält es sich bei der Vergleichung der Länge von zwei Linien und der Höhe zweier Töne. Es macht keinen Unterschied, ob man Linien vergleicht, die ungefähr 2 Zoll oder die 1 Zoll lang sind, wenn man erst die eine und dann die andere betrachtet und nicht beide zugleich nebeneinander sehen kann, und doch ist das Stück, um welches die eine Linie die andere überragt, im ersteren Falle noch einmal so groß als im letzteren. Freilich, wenn beide Linien nahe neben einander und einander parallel sind, so vergleicht man nur die Enden der Linien und untersucht, um wie viel die eine Linie die andere überragt, und hierbei kommt es dann nur darauf an, wie groß das überragende Stück der Linie ist, und wie nahe beide Linien einander liegen.

Auch bei der Vergleichung der Höhe zweier Töne kommt nichts darauf an, ob beide Töne um 7 Tonstufen höher sind oder tiefer, wenn sie nur nicht an dem Ende der Tonreihe liegen, wo dann die genaue Unterscheidung kleiner Tonunterschiede schwieriger wird. Es kommt daher auch hier nicht auf die Zahl der Schwingungen an, die der eine Ton mehr hat als der andere, sondern auf das Verhältniß der Zahl der Schwingungen der beiden Töne, die wir vergleichen. Zählte unsere Seele die Schwingungen beider Töne, so ließe es sich denken, daß sie nur auf die Zahl der Schwingungen achtete, die der eine Ton mehr hat als der andere. Wenn wir erst eine Linie und hierauf eine zweite mit dem Auge fixiren, und sich also beide nach einander auf dem empfindlichsten Theile der Retina abbilden lassen, so könnte man geneigt sein, anzunehmen, daß man die Spuren des Eindrucks, die das erste Bild zurückließ, mit dem Eindrucke vergliche, den das zweite Bild auf die nämlichen Theile der Retina machte und daß man also bemerkte, um wie viel das zweite Bild das erste überrage und umgekehrt. Denn auf ähnliche Weise vergleichen wir zwei Maaßstäbe miteinander, wir legen sie übereinander, so daß sie sich decken, und sehen nun, um wie viel der eine den andern überragt. Daraus, daß wir diese so sehr vortheilhafte Methode nicht anwenden, folgt wohl, daß wir sie nicht anwenden können, und daß also der vorausgehende Eindruck keine solche Spur auf der Nervenhaut oder im Gehirne hinterläßt, die sich mit dem nachfolgenden Eindrucke auf die angegebene Weise vergleichen ließe. Daß unsere Seele auf andere Weise bei der Vergleichung der Längen zweier Linien zu Werke gehen könne, sieht man schon daraus, daß wir 2 Linien untereinander vergleichen können, welche zu lang sind, als daß sie sich auf einmal ganz auf dem empfindlichsten Theile der Nervenhaut abbilden können. Wir müssen in diesem Falle das Auge bewegen und dadurch bewirken, daß sich die verschiedenen Stücken derselben Linie successiv auf den nämlichen Theilen der Nervenhaut abbilden. Unter diesen Umständen müssen wir also die Bewegung des Auges mit in Rechnung bringen, und erhalten erst dadurch eine Vorstellung von der Länge der Linien. Wären die Eindrücke, die wir von sichtbaren Dingen im Gedächtnisse aufbewahren, Spuren, welche die sinnlichen Eindrücke im Gehirne zurückließen, und deren räumliche Verhältnisse den räumlichen Verhältnissen der sinnlichen Eindrücke entsprächen, und also gleichsam Daguerreotypen derselben, so würde es schwer fallen, sich einer Figur zu erinnern, die zu

groß ist, als daß sie sich auf einmal auf dem empfindlichen Theile der Nervenhaut abbilden könnte. Es scheint mir zwar, als ob sich eine Figur, die wir mit einem Blicke übersehen können, besser unserem Gedächtnisse und unserer Phantasie einprägte, als eine Figur, die wir nur successiv übersehen können, indem wir die Augen bewegen, allein dennoch können wir uns auch die erstere mittelst der Phantasie vorstellen. Aber es scheint von uns in diesem Falle die Vorstellung von der ganzen Figur aus den Stücken, die wir auf einmal wahrnehmen, zusammengesetzt zu werden.

Wenn man zwei Striche vergleicht, die 20 und 21 Linien lang sind, so ist der letztere um $\frac{1}{20}$ länger, der absolute Unterschied der Länge beträgt aber 1 Linie; wenn man dagegen 2 Striche vergleicht, die 1 Linie und 1,05 Linie lang sind, so beträgt der Unterschied auch $\frac{1}{20}$, aber der eine Strich ist nur um $\frac{1}{20}$ Lin. länger als der andere, demnach ist im letzteren Falle der absolute Unterschied 20 Mal kleiner. $\frac{1}{20}$ Linie ist aber eine Größe, die wie ein feiner Nadelstich an der Grenze des Sichtbaren liegt. Man ist nur eben noch im Stande, einen Punkt zu sehen, dessen Durchmesser $\frac{1}{20}$ Linie beträgt und doch ist, wer ein sehr gutes Augenmaaß hat, noch fähig, 2 Linien hinsichtlich ihrer Länge zu unterscheiden, von denen die eine um $\frac{1}{20}$ Linie länger ist. Zwei Beobachter, welchen ich solche Striche vorlegte, unterschieden beide den längeren von dem kürzeren, und ihr Augenmaaß reichte sogar noch weiter. Ich selbst unterschied 2 Striche, deren relativer Längenunterschied $\frac{1}{20}$ betrug und von welchen die eine zwischen $\frac{1}{17}$ und $\frac{1}{18}$ Linie länger war als die andere. Die Auffassung der Verhältnisse ganzer Größen, ohne daß man die Größen durch einen kleineren Maaßstab ausgemessen und den absoluten Unterschied beider kennen gelernt hat, ist eine äußerst interessante psychologische Erscheinung. In der Musik fassen wir die Tonverhältnisse auf, ohne die Schwingungszahlen zu kennen, in der Baukunst die Verhältnisse räumlicher Größen, ohne sie nach Zollen bestimmt zu haben, und eben so fassen wir die Empfindungsgrößen oder Kraftgrößen so auf bei der Vergleichung der Gewichte.

Verwandtschaft des Tastsinns mit andern Sinnen.

Die Tastorgane haben den Ortsinn mit den Sehorganen gemeinschaftlich, nur in einem viel unvollkommneren Grade, daher verdanken wir beiden Sinnen die genauere Wahrnehmung räumlicher Verhältnisse.

Dadurch, daß sehr schnell aufeinanderfolgende, auf die Tastorgane geschehende Stöße zu einer Empfindung zusammenfließen, die Zeiträume aber, in welchen sich die Stöße folgen, die Empfindung abändern, haben wir einen Uebergang vom Tasten zum Hören. Wir fühlen die Erzitterungen als ein Beben, die wir mit dem Gehörorgane als einen Ton wahrnehmen, und dieses Beben ist der mannichfaltigsten Modificationen fähig, die man sehr gut beim Schlittschuhfahren empfindet, wo vom glättesten Eise bis zum rauhesten verschiedene Abänderungen der Empfindungen wahrgenommen werden, die noch viel bestimmter sein würden, wenn es Strecken gäbe, wo die Erhabenheiten und Vertiefungen der Oberfläche in bestimmten Abständen lägen, auf der einem Strecke in größeren, auf der andern in kleineren.

Wo die Haut nur von einer sehr dünnen und feuchten Oberhaut bedeckt, und zugleich empfindlich ist, da haben wir einen Uebergang vom

Tastsinne zu den Sinnen des Geruchs und Geschmacks. Dieses ist an der Bindehaut des Auges der Fall, wo wir lebhafte Empfindung haben, wenn Dämpfe von schwefliger Säure, und Ammoniak mit jener Haut in Berührung kommen. Der Theil der Schleimhaut der Nase, welcher den Boden der Nasenhöhle überzieht, und die Schleimhaut an einem Theile des Rachens sind ebenfalls fähig, Eindrücke von Ammoniak und Aetherdämpfen aufzunehmen. Vernichtet man die Fähigkeit zu riechen für einige Zeit, indem man die Nase mit Wasser füllt und dasselbe alsbald wieder entfernt (siehe oben pag. 499 u. 515), so bleibt auf dem Boden der Nase, am Gaumen und am Rachen das Vermögen übrig, durch Dämpfe von Ammoniak, von schwefliger Säure und von Eau de Cologne Eindrücke zu bekommen, die schwer zu beschreiben sind und beim Ammoniak stechend genannt werden können. Athmet man über einer weiten Oeffnung einer großen Flasche wäßrigen ätzenden Ammoniaks durch den Mund Ammoniakdämpfe ein, so hat man keine Empfindung an der Zunge, wohl aber eine stechende Empfindung in einer großen Strecke des Rachens. Beim Riechen und Schmecken vermischen sich diese Empfindungen, die uns die Tastorgane verschaffen, mit den Empfindungen des Geruch- und Geschmackorgans.

Das Gemeingefühl.

Coenaesthesis.

Die Mehrzahl der Physiologen bezeichnet mit dem Worte Gemeingefühl das uns zukommende Vermögen, unsern eignen Empfindungszustand, z. B. Schmerz, wahrzunehmen, und unterscheidet es daher von dem Vermögen eine Empfindung zu haben, die wir als einen von unserem Empfindungszustande verschiedenen Gegenstand auffassen können, z. B. die Empfinduug einer Farbe oder eines Tones. Jenes Vermögen hat man daher keineswegs für einen eigenthümlichen Sinn zu halten. Viele haben vielmehr angenommen, daß uns alle Sinnesnerven unter gewissen Umständen dergleichen Empfindungen verschaffen könnten, daß es aber Empfindungsnerven gäbe, die, weil sie mit keinen besondern Sinnesorganen in Verbindung ständen, uns keine eigenthümliche Sinnesempfindung, sondern nur Gemeingefühlempfindung verschaffen könnten. Manche sind sogar der Meinung, daß wir bei dem ersten Gebrauche der Sinne alle Eindrücke nur als eine Veränderung unsers eignen Empfindungszustandes empfunden, und daß wir erst allmälig durch Vergleichung und Auslegung der Sinneseindrücke gewisse Empfindungen als Objecte aufzufassen gelernt hätten.

Gemeingefühlempfindung und Sinnenempfindung entstehen oft zugleich und sind dann nur verschiedene Wirkungen eines und desselben Eindrucks, z. B. der Ekel, der durch einen Geruch erweckt wird, oder überhaupt dasjenige Angenehme und Unangenehme der Empfindungen, was unmittelbar und zu gleicher Zeit mit ihnen wahrgenommen wird, und nicht erst aus einer Vergleichung der Empfindungen entspringt.

Daher der Name Gemeingefühl, welcher das Bewußtsein von

unserm Empfindungszustande bezeichnet, welches alle mit Empfindungsnerven versehenen Theile vermitteln, abgesehen von der specifischen Sinnesempfindung, die uns außerdem manche von ihnen verschaffen*).

Diese Lehre ist neuerlich durch die oben pag. 506 mitgetheilten Versuche von *Magendie* zweifelhaft geworden, welche ihn zu dem Resultate führten, daß die mechanische Verletzung der Nervenhaut des Auges und des Sehnerven, des Geruchnerven und des Gehörnerven bei Säugethieren keinen Schmerz erregte. Da man nun schon seit langer Zeit weiß, daß die mechanische Verletzung der Corticalsubstanz des großen und kleinen Gehirns und der ihr nächsten Lagen der weißen Substanz dieser Theile und sogar die Verletzung des Balkens unmittelbar keine Zeichen von Schmerz hervorrufen; da man ferner durch die Versuche von *Bell*, *Magendie* und durch die entscheidenden Versuche von *Joh. Müller*, so wie auch durch die von *Panizza* bewiesen hat, daß die mechanische Verletzung der die Bewegungsnerven enthaltenden vorderen Wurzeln der Rückenmarknerven keinen Schmerz verursacht, und da man sich endlich durch chirurgische Operationen beim Menschen und durch Vivisectionen bei Säugethieren davon überzeugt hat, daß die Tastorgane und ihre Nerven, wenn sie verletzt werden, mehr Schmerz als die meisten andern Theile hervorrufen, so scheint der von *Joh. Müller* ausgesprochene Gedanke viel für sich zu haben, daß wir nur vermittelst der Gefühlnerven Schmerz empfinden könnten, und daß der Tastsinn durch Gefühlnerven vermittelt werde, die dadurch, daß sie in manchen Theilen durch besondere Tastorgane unterstützt werden und in den Tastorganen sehr zahlreich sind, uns außer den Gemeingefühlempfindungen noch die Sinnempfindungen des Drucks, der Wärme und der Kälte verschaffen könnten.

Wie sehr sich auch diese Lehre empfiehlt, so ist sie doch bis jetzt noch nicht außer allen Zweifel gesetzt.

Magendie's Versuche sind nach seiner eignen Meinung nicht ganz entscheidend, wenigstens ließen die bei Vögeln angestellten Versuche eine Ungewißheit. Daraus ferner, daß die mechanische Verletzung der Nervenhaut des Auges keinen Schmerz hervorbringt, kann noch nicht mit Sicherheit gefolgert werden, daß auch keine andere Art von Einwirkung auf

---

*) Gemeingefühlempfindungen sind, wie ich oben pag. 495 gezeigt habe, Empfindungen, die wir als Aenderungen unseres Empfindungszustandes auffassen müssen und nicht auf Objecte beziehen können. Zu den am angeführten Orte angegebenen Verhältnissen, welche es uns unmöglich machen, die Empfindungen auf Objecte zu beziehen, gehört auch der Umstand, daß wir unsere Aufmerksamkeit nicht zugleich auf viele Empfindungen richten, und sie uns als Objecte vorstellen können. Da nun immerfort zahlreiche Eindrücke auf unsere Sinnorgane gemacht werden, auf die wir unsere Aufmerksamkeit nicht richten, so werden wir uns hierbei nur des geänderten Empfindungszustandes bewußt, den solche Eindrücke hervorbringen und hinterlassen. *Henle* scheint mir aber zu weit zu gehen, wenn er hierin allein das Wesen des Gemeingefühls setzt, und (Allgemeine Anatomie, Leipzig, 1841, S. 728) sagt: „Das Gemeingefühl ist die Summe, das ungesonderte Chaos von Sensationen, welches dem Selbstbewußtsein von allen empfindenden Theilen des Körpers zugeführt wird.“ Empfindungen, durch die wir Aenderungen unseres Empfindungszustandes wahrnehmen, erwecken leicht *unmittelbar*, d. h. ohne daß zuvor Zwecke und Mittel gedacht werden, die Thätigkeit unseres Willens, und werden dann in ihrem Verhältnisse zu unserem Begehrungsvermögen entweder als angenehm oder unangenehm vorgestellt. Indessen giebt es auch sehr schwache, und deswegen indifferente Gemeingefühlempfindungen. Hierher gehört das Gefühl der mäßigen Anstrengung unserer Muskeln.

dieselbe Schmerz erzeugen könne. Im Gegentheile scheinen die so häufig vorkommenden, mit Lichtscheu verbundenen, Augenschmerzen zu beweisen, daß das Licht Schmerz vermittelst des Sehnerven hervorrufen könne. Zwar könnte man einwenden, daß diese Schmerzen vielleicht nicht durch den Sehnerven, sondern durch andere Nerven entstünden. In der That kommen auch dergleichen Augenschmerzen, die in andern Nerven ihren Sitz haben, wirklich vor, aber sie dürfen nicht mit denjenigen Schmerzen verwechselt werden, welche durch das Licht unmittelbar und also in dem Momente erzeugt worden, wo es ins Auge fällt. Denn da das Licht unmittelbar nur auf die Nervenhaut einwirken kann, und auf keinen andern Nerven einen Eindruck macht (auch wenn er entblößt ist); so können solche Schmerzen nur durch die Mitwirkung des Sehnerven entstehen. Wollte man annehmen, daß die Fortleitung des Lichteindrucks nach dem Gehirne auch in jenen Fällen unmittelbar keinen Schmerz erweckte, daß sich aber daselbst der Eindruck anderen Nervenfasern mittheilte und mittelst dieser Schmerz erweckte, so ist zu bemerken, daß wir auch, wenn sich's so verhielte, doch der Nervenhaut des Auges Gemeingefühl und die Fähigkeit, Schmerz hervorzubringen, zuschreiben müßten.

Denn auch in vielen andern Fällen entsteht der Schmerz dadurch, daß die von Nerven fortgepflanzten Eindrücke sich im Gehirn auf andere Nervenfasern ausbreiten. Uebrigens werden Lichtscheu und die Entstehung von Augenschmerzen auch bisweilen beobachtet, wenn das kranke Auge in dem Grade am schwarzen Staar erblindet ist, daß das Licht als Licht und Farbe gar nicht empfunden wird, sondern nur insofern es Schmerz erregt. Ph. v. Walther*) drückt sich hierüber so aus: „Daher dauert die Photophobie bei manchen Amaurosen, auch wenn sie schon vollkommen geworden sind, auf eine für den Kranken betrübende Weise fort, und für denselben ist der Eindruck des Lichts noch immer äußerst schmerzhaft, obgleich er dasselbe von Dunkelheit nicht mehr zu unterscheiden vermag.“ In solchen Fällen scheint mir zwar die Nervenhaut die Lichteindrücke aufzunehmen, und die Fäden des Sehnerven scheinen sie auch zum Gehirne fortzupflanzen; aber dort scheint ein Hinderniß zu sein, dieselbe als Licht und Farbe aufzufassen, so können denn jene Lichteindrücke, wenn sie zu heftig sind, Schmerz erregen, ohne die Empfindung von Licht zu erzeugen. Daß im Auge und im Gehörorgane die specifischen Empfindungen nicht öfter Schmerz erzeugen, kann vielleicht darin liegen, daß die Licht- und Schalleindrücke überhaupt nicht zu den stärkeren Einwirkungen gehören, welche auf unseren Körper geschehen, und daß auch Anstalten getroffen sind, vermöge deren zu heftige Eindrücke gemäßigt werden, z. B. durch die Verengung der Pupille und durch die Muskeln, die auf das Trommelfell wirken.

Die Erfahrung lehrt übrigens, daß ein Theil gegen eine gewisse Classe von Einwirkungen sehr empfindlich sein könne, während er gegen eine andere Classe derselben unempfindlich ist. Die Muskeln gehören z. B., wie weiter unten gezeigt werden wird, zu den Theilen, die ein vorzüglich feines Gemeingefühl besitzen, und doch sind sie gegen mechanische Verletzung und gegen Wärme und Kälte sehr unempfindlich.

*) Ph. v. Walther im Journal der Chirurgie und Augenheilkunde: die Lehre vom schwarzen Staar und seiner Heilart. B. XXX. S. 360.

Gegen die Lehre, daß der Tastsinn nur durch eine vollkommnere Ausbildung der dem Gemeingefühl gewidmeten Nerven und Organe entstehe, und also nur ein ausgebildeterer Gefühlsinn sei, könnten vielleicht auch die Erfahrungen angeführt werden, daß durch den Gebrauch des Aethers und des Chloroforms das Vermögen, Schmerz zu empfinden, auf einige Zeit beschränkt und sogar aufgehoben werde, während das Vermögen, Berührungen zu empfinden, fortdauere, und dieser merkwürdige Zustand könne auch durch andere Ursachen, z. B. durch Bleivergiftung herbeigeführt werden.

Gerdy*), der über die Wirkungen des Aetherisirens an sich selbst Beobachtungen gemacht hat, giebt an, er habe erst eine Betäubung und Wärme gefühlt, als wenn alcoholische Dämpfe berauschend zum Gehirn stiegen. Zuerst nahm er die Betäubung in den Füßen bis zu den Zehen wahr, dann in den Beinen und Armen. Die Betäubung war in den empfindlichsten Theilen mit einem Gefühle von Wärme und Zittern verbunden. Nun erst folgte die Betäubung des Vermögens Schmerz zu empfinden. Gerdy glaubte sich zu überzeugen, daß der Geruch, der Geschmack, die eigentliche Tastempfindung und der Kitzel nicht durch die allgemeine Betäubung aufgehoben würden, wohl aber der Schmerz.

Longet**) sagt, indem er sich zugleich auf die Versuche von Malgaigne und Velpeau bezieht: „Bei dem einen Menschen dauert das Selbstbewußtsein, der Gebrauch der äußeren Sinne und sogar der Gebrauch des Tastsinns fort, während die allgemeine Empfindlichkeit (sensibilité générale) allein aufgehoben ist, bei dem andern entsteht absolute Insensibilität, die Ideen sind aber nur unvollkommen gefesselt, der Patient versteht die Fragen, die man an ihn richtet, obwohl er sie nicht sogleich beantworten kann. Er hat das Empfindungsvermögen für das Tasten (sensibilité tactile) verloren und hat doch noch so viel Bewußtsein, daß er die Versuche angeben kann, die an seiner Person angestellt werden sollen und daß er sich selbst Nadeln in das Fleisch zu stoßen fähig ist." „Manche Patienten fühlen es, wenn ihr Zahn vom Zahnarzte mit einem Instrumente berührt wird, und doch empfinden sie keinen Schmerz beim Ausziehen desselben. Ein anderer nimmt das Zerreißen der Gewebe in der Gegend der Parotis wahr, welches durch das Instrument bewirkt wird, womit man operirt, und ist doch unempfindlich für den Schmerz." Pirogoff***) sagt, indem er sich auf seine eignen Erfahrungen stützt: „Die Aetherisirten behalten mehr oder weniger ihr Bewußtsein und den Gebrauch ihrer Sinne, aber sie verlieren ganz oder bis auf einen gewissen Grad das Gemeingefühl (sensibilité). Ein Kranker, bei welchem ich die Operation einer fistula recto-vesicalis ausführte, plauderte während der ganzen Operation, hörte und sah Alles, zog mit Gewalt seine Schenkel zusammen und fühlte doch nur, daß die Operation gemacht wurde, ohne daß er Schmerzen empfand." Dürfte man diese Beobachtungen für entscheidend halten, so könnte man annehmen, daß das Centralorgan des

*) Gerdy. Siehe Arch. gén. de méd. Fevr. 1847. p. 265 sq.

**) Longet. Siehe seine Abhandlung hierüber in Archives générales de médecine. Paris, 1847. p. 21.

***) Pirogoff Recherches pratiques et physiologiques sur l'éthérisation. Petersbourg, 1847. p. 21.

Tastsinns an einem andern Orte des Gehirns gelegen wäre als das Centralorgan des Gemeingefühls, und daß daher das Letztere durch die Einwirkung des Aethers betäubt werden könne, während das andere in seiner Verrichtung nicht gestört werde und hieraus würde folgen, daß beide Vermögen zu unterscheiden seien.

Auch die giftigen Wirkungen des Bleies haben auf eine solche Annahme geführt. J. H. Beau*) beobachtete nämlich im Hotel Dieu in Paris einen Arbeiter, der sich mit Anstreichen der Häuser beschäftigt hatte, und an der Bleicachexie litt. Der obere und innere Theil seines Schenkels war ganz gefühllos. Wenn man ihn knipp oder stach, so fühlte er daselbst weder die Berührung noch Schmerz, an andern Theilen des Körpers fühlte er zwar die Berührung, aber keinen Schmerz. „Sogar die leiseste Berührung entging ihm nicht. Der Tastsinn war nicht aufgehoben." Seitdem fand Beau bei wenigstens 30 Patienten dieser Art eine mehr oder weniger vollständige Anästhesie. Er glaubt eine doppelte Art von Anästhesie unterscheiden zu können, die Anästhesie der Berührung (des Tastsinns) und die Anästhesie des Schmerzes (des Gemeingefühls). Bei der letzteren empfand der Patient keinen Schmerz, keinen Kitzel zum Niesen, wenn man die Schleimhaut der Nase mit einer Flaumfeder reizte, keinen Kitzel zum Würgen, wenn man das Zäpfchen reizte, wohl aber fühlte er die Berührung. Die Anästhesie des Gemeingefühls hat verschiedene Grade, das Gefühl des Schmerzes ist nach Beau entweder ganz aufgehoben, oder nur mehr oder weniger abgestumpft. Die Anästhesie des Gemeingefühls fehlt nie, wo die Anästhesie des Tastsinns vorhanden ist, wohl aber kann sie ohne die letztere vorhanden sein. Die Anästhesie des Gemeingefühls nimmt oft einen beträchtlichen Theil des Körpers ein, während die Anästhesie des Tastsinns immer nur auf einen kleinen Theil desselben beschränkt ist. Bisweilen gelingt es nicht, in einem Theile künstlich Schmerz zu erregen, und dennoch werden in dem nämlichen Theile große Schmerzen empfunden, die von selbst entstehen, z. B. bei Arthalgie. Aber nicht nur bei Bleivergiftungen beobachtete Beau diese doppelte Art der Anästhesie, sondern auch bei der Hypochondrie. So fühlte z. B. ein 18jähriger Schuhmacher, der sonst völlig gesund zu sein schien, an beiden Armen durchaus keinen Schmerz, wenn man ihn knipp, stach oder mit einem weißglühenden Eisen berührte, während er an denselben Theilen die Berührung mit einer Federfahne gewahr wurde, und eine ähnliche Beobachtung machte er bei einem 23jährigen Tischlergesellen.

Ein ähnlicher Zustand ist schon vor langer Zeit von dem Genfer Arzte Vieusseux**) bei einem complicirten Falle von Lähmung an sich selbst beobachtet und beschrieben worden. Das Gemeingefühl wurde bei ihm auf der ganzen rechten Seite mit Ausnahme des Kopfes gelähmt, während der Tastsinn unversehrt blieb. Am Kopfe nämlich war nicht die rechte, sondern die linke Seite des Gefühls beraubt. Er konnte mit der Hand den Puls fühlen und fühlte doch keinen Schmerz, wenn er gestochen oder mit den Nägeln geknippen wurde. Spanische Fliegen und ein heftiges mit Fieber verbundenes Nagelgeschwür erregten ihm nur ein Gefühl von Wärme, Spannung oder Jucken. Warmes Wasser schien ihm

*) Beau Arch. gén. de méd. Jan. 1848 in Froriep Not. Apr. 1848 p. 136.

**) Vieusseux. Siehe bei Mehlis commentatio de morbis hominis dextri et sinistri. Göttingen 1818. 4. p. 15.

kalt und kaltes schien ihm warm zu sein. Es bestand das Uebel nicht in einer einfachen halbseitigen Lähmung, da auch auf der linken Hälfte des Körpers das Empfindungsvermögen etwas stumpf und die Muskeln schwach waren *).

Die Berührung eines eingeschlafenen Gliedes erregt bekanntlich nicht selten ein unangenehmes Gefühl von Prickeln und Beben, so daß man es vermeidet, dasselbe mit andern Körpern in Berührung zu bringen und z. B. den Fuß auf den Fußboden aufzusetzen. Patienten, welche an der Hemiplegie leiden, ist bisweilen das Einreiben von Salben schmerzhaft, das ihnen im gesunden Zustande nicht die geringste unangenehme Empfindung erregen würde. In beiden Fällen ist der Tastsinn betäubt und es könnte daher scheinen, daß in demselben Maaße das Gemeingefühl empfindlicher geworden sei, als der Tastsinn unempfindlich. Ich habe schon oben S. 520 diese auffallende Erscheinung zu erklären gesucht und bin nicht der Meinung, daß daraus gefolgert werden könne, daß verschiedene Nerven dem Gemeingefühle und dem Tastsinne der Haut dienstbar wären.

Beau glaubt, daß zur Entstehung des Schmerzes und Kitzels eine Reflexion der Empfindungen erfordert werde. Entstünde bei der Berührung keine Empfindung, so könnte auch keine Reflexion derselben entstehen. Es müsse daher das Vermögen, Schmerz zu empfinden, allemal fehlen, wo das Vermögen, Berührung zu empfinden, aufgehoben wäre. Das Vermögen, die Berührung zu empfinden, könne dagegen wohl fortdauern, während das Vermögen, Schmerz zu empfinden, aufgehoben wäre, nämlich dann, wenn Umstände existirten, welche die Reflexion der Empfindung unmöglich machten. Beau behauptet, daß, wenn man sich mit einem Stocke auf einen Leichdorn schlage, der Schmerz um 1 bis 2 Secunden später entstehe als die Empfindung, die die Berührung verursache. Wäre diese Erfahrung begründet, so würde sie allerdings sehr zu Gunsten der von Beau aufgestellten Hypothese sprechen. Denn die Fortpflanzung der Eindrücke durch die Empfindungsnerven geschieht so geschwind, daß die dabei vergehende Zeit nicht beobachtet werden kann; eben so geschieht die Fortpflanzung der auf die Bewegungsnerven gemachten Eindrücke zu den Muskeln, wie mein Bruder, Eduard **), angiebt, so geschwind, daß die zwischen der Reizung und der entstehenden Muskelzuckung verfließende Zeit nicht wahrgenommen wird. Dagegen vergeht, damit ein auf die Empfindungsnerven gemachter Eindruck auf die Bewegungsnerven reflectirt werde, eine meßbare Zeit. Man hat eine sehr gute Gelegenheit, das Letztere bei vielen Menschen gleichzeitig wahrzunehmen, wenn man das weibliche Publicum in einem Concerte beobachtet, in welchem nach sanften Melodien oder nach einer Pause plötzlich mit dem Tactschlage Pauken und Trompeten mit aller Kraft einsetzen. Das Zusammenfahren der Damen erfolgt, wie ich seit vielen Jahren beobachtet habe, eine meßbare Zeit später als der Eindruck des starken Schalls auf's Ohr. Ich habe mich, um die Angabe des Herrn Beau zu prüfen, mehrmals auf den Nagel eines vom Tische unterstützten Fingers heftig geschlagen, und gefunden, daß allerdings die durch diesen Stoß entstehende Empfindung nach dem der

*) Ueber die Frage, ob bei der Anästhesie dasjenige Empfindungsvermögen fortdauert, wodurch wir den Grad der Anstrengung der Muskeln abmessen, siehe das nach, was weiter unten bei der Untersuchung des Gemeingefühls der Muskeln gesagt worden ist. Siehe S. 584.

**) Eduard Weber, Handwörterbuch der Physiologie. Art. Muskelbewegung. Band III. 2. Abtheil. S. 3.

Schlag vorüber ist, an Stärke zunimmt, und eine merkliche Zeit nach dem Schlage ihren höchsten Grad erreicht und dann wieder schnell abnimmt. Allein wenn der Stoß nicht auf den Nagel geschieht, sondern auf die Haut des zweiten Gliedes des Fingers, so finde ich, daß der Schmerz sogleich beim Schlage am stärksten ist, und nehme daher an, daß im ersteren Falle der Schmerz, vermöge des Schutzes, den der Nagel gewährt, etwas später eingetreten sei. Der Nagel erleidet durch den Schlag einen Eindruck oder eine Einbiegung; vielleicht ist es nicht diese Einbiegung unmittelbar, sondern die Bewegung, wodurch der Nagel hierauf, vermöge seiner Elasticität seine ursprüngliche Gestalt wieder annimmt, die den Schmerz erregt, der daher nicht im ersten Momente fühlbar ist. Indessen will ich nicht behaupten, daß die Empfindung von der Berührung und die Empfindung des Schmerzes völlig gleichzeitig wären. Streicht man Jemandem mit der Fahne einer Feder auf den nackten Rücken, so entsteht ein Schauder, aber dieser Schauder ist nach meinen Erfahrungen auch nicht gleichzeitig mit der Empfindung der Berührung, sondern folgt ihr nach, und dasselbe gilt wohl auch beim Kitzel, der dem Niesen vorausgeht. Ich bin der Meinung, daß auch der Schmerz, ebenso wie diese Empfindungen, auf einer weitern Ausbreitung des auf das Gehirn hervorgebrachten Eindrucks auf andere Fasern des Gehirns beruhe, da ich sehe, daß der Ort, wo die Einwirkung geschieht, von welchem der Schmerz ausgeht, viel ausgebreiteter zu sein scheint als es der Fall ist, und daß uns dieser Ort, so lange kein Schmerz entsteht, viel enger begrenzt erscheint.

Verschiedene Lebhaftigkeit des Gemeingefühls.

Nur die mit Nerven versehenen Theile unsers Körpers haben Gemeingefühl. Theile, in welche keine Nerven eindringen, wie die Haarcylinder, die oberflächlichen Lagen der harten Zahnsubstanzen, die Oberhaut und die Nägel ermangeln im gesunden und kranken Zustande des Gemeingefühls. Haare verbrennen, ohne daß wir's empfinden, von Zähnen feilt man Stückchen ab, und erst wenn die die Höhle des Zahns und den Zahnkeim bedeckende Lage so dünn wird, daß nun der Zahn gegen Kälte und Wärme und gegen andere Einflüsse nicht mehr gehörig geschützt ist, zeigt sich der Zahn empfindlich. Eben so kann man von den Nägeln eine beträchtlich dicke Lage abschaben, und von der Oberhaut in der Hohlhand nnd im Hohlfuße eine beträchtlich dicke Lage abschneiden, ohne eine andere Empfindung zu erregen als die, welche dadurch entsteht, daß sich nun der Druck und die Erschütterung zu den nervenreichen Theilen leichter fortpflanzt. In die Hufe der Pferde schlägt man bis zu einer gewissen Tiefe Nägel ein.

Werden die zu einem Theile gehenden Nervenstämme vollständig durchschnitten, so wird derselbe des Gemeingefühls beraubt. Durchschneidet man z. B. am Fuße des Pferdes die zu dem letzten Gliede gehenden Nerven, so kann man nachher, wie Professor **Renner** in Jena beobachtet und bezeugt hat, den Huf mit Zangen loßreißen, ohne daß das Pferd Schmerz verräth.

Das Gemeingefühl ist in den Tastorganen und in den Muskeln, welche zu den nervenreichsten Theilen unsers Körpers gehören, am feinsten. Aber die Feinheit des Ge-

meingefühls äußert sich in beiden nicht unter denselben Umständen. In den Tastorganen bringen der Druck sowie auch die mechanischen und chemischen Verletzungen, z. B. durch Zerquetschen und Verbrennen, heftige Schmerzen hervor, die in den Muskeln nach Bichat's Versuchen durch diese Ursachen nicht erzeugt werden. Dagegen entstehen in den Muskeln durch zu lange dauernde lebendige Contraction der Muskeln Schmerzen, die so zunehmen, daß sie endlich nicht mehr zu ertragen sind, und durch eine krampfhafte Zusammenziehung mancher Muskeln, z. B. durch den Wadenkrampf, oder durch Rheumatismus entstehen in denselben sehr heftige Schmerzen. Auch hat man in manchen Muskeln ein überaus feines Gefühl der Anstrengung, mittelst dessen man durch die Muskeln, wie mit einem Sinnorgane, den Widerstand messen kann, der unsern Bewegungen geleistet wird. Vermöge dieses äußerst feinen Gemeingefühls der Stimmmuskeln kann man beim Singen den Grad der Kraft sehr genau abmessen, welcher erforderlich ist, damit die Stimmbänder in dem Grade angespannt werden, daß ein Ton von bestimmter Höhe entsteht.

Zwischen den Theilen, welchen das Gemeingefühl ganz mangelt, und den, welche ein sehr feines Gemeingefühl haben, liegen die in der Mitte, bei welchen es so stumpf ist, daß es im gesunden Zustande wenig oder gar nicht bemerkt wird, wohl aber in gewissen krankhaften Zuständen sich äußert.

Das Gemeingefühl der Haut und der andern Tastorgane.

Schmerz durch Wärme und Kälte.

Um die wichtige Lehre von der Natur des Schmerzes aufzuklären, muß man die Umstände recht genau untersuchen, unter welchen Wärme, Kälte, Druck und Zug Schmerz erregen, und wie anderer Seits auch durch die längere Dauer einer ununterbrochenen sonst mäßigen Muskelthätigkeit Schmerz entstehe. In diesen Fällen kann man den Uebergang der Tastempfindungen der Wärme, Kälte und des Drucks in Schmerz, und den Uebergang der Empfindung des Grades der Anstrengung der Muskeln in Ermüdung und der Ermüdung in Schmerz beobachten, und die Größe der Einflüsse durch Messung bestimmen, welche Schmerz erzeugen.

Man darf den Schmerz, den man empfindet, wenn man eine Hand in heißes Wasser taucht, nicht für eine Tastempfindung halten, die nur durch ihre Stärke von der Tastempfindung einer mäßigen Wärme verschieden wäre. Der Schmerz, der durch Wärme und Kälte entsteht, ist von der Empfindung der Wärme und Kälte sehr verschieden. Ist derselbe nicht heftig, so empfindet man zugleich auch die Wärme oder Kälte, die ihn verursacht und kann dann den durch Wärme entstehenden Schmerz von dem, welcher durch Kälte hervorgebracht wird, unterscheiden. Ist er aber heftig, z. B. wenn Wärme oder Kälte auf den entblößten Zahnkeim wirken, so ist es dieselbe Empfindung, sie mag durch Wärme oder Kälte verursacht werden.

Daß der Schmerz, der durch Wärme und Kälte entsteht, auf einem

andern Vorgange beruht, als die Empfindung von Wärme und Kälte, wird noch durch folgende Umstände bestätigt: von dem Augenblicke an, wo Wärme und Kälte Schmerz hervorbringen, wird das Vermögen, durch den Tastsinn der afficirten Theile Wärme oder Kälte zu empfinden, für einige Zeit geschwächt oder sogar ganz aufgehoben. Ich habe schon oben Seite 504 davon gehandelt, daß durch eine gewisse Wärme oder Kälte das Leitungsvermögen der Nerven beschränkt oder sogar aufgehoben werde. Zieht man die Hand, wenn man in heißem Wasser Brennen empfindet, sogleich heraus und berührt damit einen kalten Körper oder taucht sie sehr schnell auf einen Moment in kühles Wasser, so empfindet man die Kälte des letzteren nicht. Wiederholt man dieses Eintauchen in kühles Wasser mehrmals und sehr schnell hintereinander, so beobachtet man, wie allmählig das Vermögen, Kälte zu fühlen, zurückkehrt, so daß man beim dritten Eintauchen eine schwache Kälteempfindung hat, die beim vierten und fünften Eintauchen immer stärker und deutlicher wird.

Der entstehende Schmerz zeichnet sich aber auch dadurch vor der Tastempfindung der Wärme oder Kälte aus, daß die Empfindung des Schmerzes sich auf eine größere Region unsers Körpers auszubreiten scheint, und daß also der Ort der Empfindung nicht so bestimmt begrenzt ist, als der Ort der Tastempfindung einer mäßigen Wärme oder Kälte. Man sieht das am deutlichsten, wenn man durch Kälte Schmerz erregt. Taucht man z. B. die ganze Hand in eine große Menge Wasser, das eine Temperatur von + 5° R., (6°,2 C.) hat, so lange ein, bis Schmerz entsteht, so beschränkt derselbe sich nicht auf den eingetauchten Theil, sondern erstreckt sich bis zur Mitte des Unterarms. Dieser Umstand ist wichtig. Ich glaube nicht annehmen zu dürfen, daß sich hierbei die Kälte unmittelbar bis zur Mitte des Unterarms verbreite und daselbst Schmerz errege, sondern vermuthe, daß die Kälte, während die peripherischen Enden der Tastnerven durch dieselbe betäubt werden, bis zu den Nervenstämmen eindringe, und durch die zahlreichen Fäden derselben einen Eindruck auf das Gehirn mache, der sich nicht bloß auf die Orte beschränkt, wo sich jene Fäden im Gehirn endigen, sondern sich auch benachbarten Theilen des Gehirns mittheilt. Diese in der Nachbarschaft erregte Empfindung versetzen wir dann in unserer Vorstellung in den Unterarm. Man findet, wie S. 495 bemerkt worden ist, auch in andern Fällen, wo Schmerz entsteht, daß er nicht auf den Ort beschränkt ist, auf den die Schmerz erregende Ursache wirkt.

Schmerz scheint also durch Wärme oder Kälte dann zu entstehen, wenn die einwirkende Ursache einen so starken Eindruck auf das Gehirn macht, daß sich dieser Eindruck im Gehirne weiter verbreitet. Daß der Eindruck auf das Gehirn eine solche Stärke erreicht, hängt von 5 Umständen ab: 1) von dem höheren oder geringeren Grade der auf uns wirkenden Wärme oder Kälte, denn der Schmerz entsteht desto schneller und ist desto größer, je höher oder niedriger der Temperaturgrad; 2) von der längeren oder kürzeren Zeit, während welcher wir der Wärme oder Kälte ausgesetzt sind, denn je länger wir ihnen ausgesetzt sind, desto mehr nehmen unsere Organe die warme oder kalte Temperatur an, und desto tiefer dringt sie in das Innere unserer Organe ein und wirkt dann nicht bloß auf die peripherischen Enden der Nerven, sondern ergreift auch die Stämme der Nerven und macht dann durch die zahlreichen Fäden derselben Eindrücke auf das Gehirn, die sich zu einem sehr heftigen Eindruck

summiren; 3) von der größeren oder geringeren Empfindlichkeit des der Wärme und Kälte ausgesetzten Theils; so empfinden wir z. B. viel schneller und stärker Schmerz, wenn wir die Zungenspitze, als wenn wir einen Finger in dasselbe heiße Wasser eintauchen; 4) von der Größe der Oberfläche des empfindlichen Theils, welcher dem Einflusse der Wärme und Kälte ausgesetzt ist, denn je größer diese Oberfläche ist, desto mehr Nervenfäden empfangen gleichzeitig den Eindruck der Wärme oder Kälte, und diese vielen Eindrücke summiren sich im Gehirne zu einem einzigen starken Eindrucke, der so heftig werden kann, daß er sich daselbst weiter ausbreitet und dadurch Schmerz erregt; 5) und endlich von der geringeren oder größeren Dicke der durch ihr schlechtes Wärmeleitungsvermögen schützenden Decke der Oberhaut, die bekanntlich an verschiedenen Theilen der Haut sehr verschieden ist, denn je dünner die Oberhaut ist, desto schneller können Wärme und Kälte bis zu den empfindlichen Theilen eindringen.

Was zuerst den Grad der Wärme und Kälte betrifft, welcher erforderlich ist, damit Gemeingefühlempfindungen und sogar Schmerz entstehen, so scheint derselbe Grad, welcher die Nerven, wenn er einige Zeit auf sie einwirkt, in ihrem Leitungsvermögen beschränkt oder sie sogar dessen auf einige Zeit beraubt, auch Empfindungen des Gemeingefühls zu erwecken, die bis zum Schmerze steigen, wenn sie heftig werden.

Eine Temperatur von 39^{0} R., wenn sie hinreichend lange auf unsere Organe einwirkt, schwächt noch das Leitungsvermögen und ungefähr derselbe Grad ist es auch, der auch noch die Gemeingefühlsempfindungen und einen mäßigen Schmerz hervorrufen kann. Meine Versuche sind nicht ausreichend, um zu bestimmen, welcher Grad der Kälte noch das Leitungsvermögen der Nerven merklich schwäche, ich kann nur so viel sagen, daß eine Temperatur von 9^{0} R. und von 10^{0} R. diese Wirkung noch hervorbringt, wenn das Wasser lange genug einwirkt, und der eingetauchte Theil groß ist.

Wenn wir eine Hand in mäßig heißes Wasser eintauchen, so ist die Empfindung beim Eintauchen lebhaft und nimmt alsbald ab, hierauf nimmt sie aber allmählig wieder zu und wächst bis zum Schmerze, der endlich einen Grad erreicht, der uns nöthigt, die Hand herauszuziehen. Je geringer die Hitze ist, desto länger dauert es, ehe der Schmerz entsteht. Da die Kälte, welche das Wasser annehmen kann, nur 0^{0} beträgt, so hat man Zeit genug, zu beobachten, wie die Empfindung, welche auch hier anfangs am lebhaftesten ist, abnimmt, endlich aber wieder zunimmt und nach einiger Zeit bis zum Schmerz steigt, denn hier dauert es immer längere Zeit, ehe der Schmerz entsteht und derselbe erreicht niemals den Grad, daß man ihn nicht ertragen könnte. Dem Schmerz gehen in beiden Fällen andere Gemeingefühlempfindungen voraus. In der Hand, die man in warmes Wasser von etwa 40$\frac{1}{2}^{0}$ oder 41^{0} R. eintaucht, fühlt man eine Spannung oder Fülle, es entsteht in ihr eine Unruhe, welche von dem heftigeren Pulsiren der kleinen Arterien und von einem Zittern herzurühren scheint, in das einzelne Muskelbündel gerathen. Dasselbe Zittern beobachtet man in der Zungenspitze, wenn man sie eintaucht. Auch starke Kälte bringt es hervor.

Als ich 2$\frac{1}{2}$ Minute lang den Mittelfinger der einen Hand in Wasser eintauchte, dessen Temperatur 40^{0},5 R. war, während ich den der andern

in Wasser eintauchte, dessen Temperatur + 9° R. betrug, war anfangs die Empfindung der Kälte stärker als die der Wärme, nach einer Anzahl von Secunden waren beide Empfindungen gleich stark, hierauf aber wuchs die Empfindung der Wärme, bis ein Schmerz zu entstehen anfing und ein Klopfen im Finger wahrgenommen wurde; als ich nun beide Finger an einander legte und jeden mit dem andern befühlte, konnte ich weder die Wärme des erwärmten Fingers mit dem kalten, noch die Kälte des erkälteten Fingers mit dem warmen Finger fühlen, denn das Empfindungsvermögen beider Finger war abgestumpft, ich fühlte daher weder Kälte noch Wärme. Waren die Temperaturen des Wassers + 30°,5 R. und + 9° R., so fühlte ich, als sie nach 10 Minuten einander berührten, Kälte, denn der erkältete Finger war in seinem Empfindungsvermögen abgestumpft und konnte keine Empfindung der Wärme des Fingers verschaffen, den er betastete, der erwärmte Finger dagegen war es nicht und mittelst des letzteren fühlte ich die Kälte des erkälteten Fingers. Waren die Temperaturen des Wassers + 41° R. und + 19° R. und wurde die rechte Hand der einen, die linke Hand der andern Temperatur ausgesetzt, so fing das Wasser nach einiger Zeit an, eine Empfindung von Brennen zu erregen, nach 28 Secunden war diese Empfindung so stark, daß sie Schmerz verursachte; brachte man nun beide Hände mit einander in Berührung, so fühlte man mit der mäßig erkälteten Hand die warme Temperatur der stark erwärmten Hand, aber man konnte nicht umgekehrt die Kälte der erkälteten Hand mittelst der erwärmten Hand empfinden; denn das Empfindungs- und Leitungsvermögen der Nerven derselben waren geschwächt oder aufgehoben.

Wasser, welches die Wärme des Bluts um 20° R. übersteigt, verursacht in einem eingetauchten Gliede eines Fingers schon in 4 bis 6 Secunden einen sehr heftigen, unerträglichen Schmerz, dagegen erregt Wasser, welches um 20° R. kälter ist, als das Blut, nach langer Berührung nur ein Gefühl von Erstarrung, aber keinen beträchtlichen Schmerz; sogar ein Brei von Schnee und Wasser, dessen Temperatur 0° R. ist und der also fast um 30° R. kälter ist als das menschliche Blut, erregt nur in langer Zeit einen mäßigen Schmerz, den man sehr gut ertragen kann. Wärme führt daher schneller Schmerz herbei und erregt einen stärkeren Schmerz als Kälte.

Daß auf die Entstehung von Schmerz die Größe der Oberfläche der Haut, welche der warmen oder kalten Temperatur ausgesetzt wird, Einfluß hat, sieht man aus folgenden Versuchen. Wenn ein Fingerglied beliebig lange in Wasser eingetaucht wurde, welches eine Temperatur von + 39° R. (48°,7 C.) hatte, empfand ich keinen merklichen Schmerz, sondern hatte nur Gemeingefühlempfindungen, die sich ohne Unbehagen ertragen ließen, wohl aber entstand Schmerz, wenn die ganze Hand in dasselbe eingetaucht wurde. Ebenso empfand ich, wenn ein Fingerglied in Wasser eingetaucht wurde, welches eine kalte Temperatur von + 5° R. (6°,2 C.) hatte, keinen Schmerz, wohl aber, wenn die ganze Hand in dasselbe eingetaucht wurde.

Um den Einfluß genauer zu ermitteln, welchen die Zeit auf die Entstehung des Schmerzes hat, die erforderlich ist, damit Wärme und Kälte tiefer in den Körper eindringen und die Nervenstämme ergreifen, ließ ich einen Beobachter das letzte Glied des Zeigefingers in heißes Wasser eintauchen und beobachtete die Zahl der Secunden, bis der Schmerz bei ihm

so hoch gestiegen war, daß er den Finger aus dem Wasser zu ziehen genöthigt war. War das Wasser nicht sehr heiß, so empfand er einige Zeit gar keinen Schmerz, sondern derselbe trat erst nach einer Anzahl Secunden ein. Es ergab sich, daß das Fingerglied eine desto längere Zeit dem heißen Wasser ausgesetzt werden konnte, je niedriger die Temperatur desselben war.

Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, bis der Schmerz nöthigte, das Fingerglied aus dem Wasser zu ziehen.	Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, bis der Schmerz nöthigte, das Fingerglied aus dem Wasser zu ziehen.
$45\frac{3}{4}^{0}$ R.	11	52^{0} R.	3
$45\frac{1}{2}^{0}$ —	$13\frac{1}{2}$	51^{0} —	4
$44\frac{1}{2}^{0}$ —	14	$50\frac{1}{3}^{0}$ —	$4\frac{1}{2}$
$44\frac{1}{2}^{0}$ —	14	$49\frac{2}{3}^{0}$ —	$5\frac{1}{2}$
44^{0} —	21	49^{0} —	$5\frac{1}{4}$
$43\frac{1}{2}^{0}$ —	20	48^{0} —	7
$42\frac{1}{2}^{0}$ —	23	$47\frac{2}{3}^{0}$ —	7
Bei $41\frac{1}{2}^{0}$ nicht herausgezogen.		47^{0} —	9

Als ich solche Versuche an mir selbst machen ließ, fand ich, daß der Finger durch öfteres Eintauchen in heißes Wasser unempfindlicher wird gegen den Eindruck der Temperaturen, und daß es daher besser sei, wenn man mit den Fingern wechselt und das letzte Glied von verschiedenen Fingern eintaucht.

Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.	Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.
57^{0} R.	$3\frac{1}{2}$	56^{0} R.	$2\frac{1}{2}$
53^{0} —	$4\frac{1}{2}$	55^{0} —	$3\frac{1}{2}$
52^{0} —	4	54^{0} —	$3\frac{1}{2}$
51^{0} —	5	53^{0} —	4
51^{0} —	4	52^{0} —	4
50^{0} —	4	51^{0} —	5
49^{0} —	8	50^{0} —	5
48^{0} —	$5\frac{1}{2}$		

Funfzehn Jahre später machte ich abermals solche Beobachtungen an mir selbst, ohne die früheren vorher nachzusehen.

Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.	Grad der Wärme.	Zahl der Secunden, welche vergingen, bis d. Schmerz so groß wurde.
70^{0} R.	$1\frac{1}{2}$ bis 2	53^{0} R.	7
68^{0} —	3	52^{0} —	7
66^{0} —	3	51^{0} —	8
65^{0} —	3	50^{0} —	9
63^{0} —	3	49^{0} —	10
62^{0} —	3	48^{0} —	12
60^{0} —	4 bis 5	47^{0} —	14
59^{0} —	4 bis 5	46^{0} —	17
58^{0} —	5	45^{0} —	23
55^{0} —	6	44^{0} —	28
54^{0} —	6		

Bei Versuchen, die bei einem andern Beobachter mit dem letzten Fingergliede angestellt wurden, ergab sich, daß der Schmerz ein wenig früher eintrat, wenn ein Fingerglied der linken Hand eingetaucht wurde, als wenn es mit einem Fingergliede der rechten Hand geschah, vermuthlich, weil die Oberhaut an der härtere Arbeiten verrichtenden rechten Hand etwas dicker ist als an der linken.

Fingerglied der rechten Hand.		Fingerglied der linken Hand.	
Wärmegrad.	Secunden.	Wärmegrad.	Secunden.
59° R.	4—5	59° R.	4
55° —	6	55° —	5
52° —	6	52° —	5½

Wurde die Zungenspitze in heißes Wasser eingetaucht, so entstand der Grad des Schmerzes, der mich nöthigte, die Zunge zurückzuziehen, schneller als beim Finger.

Wärmegrad.	Secunden.	Wärmegrad.	Secunden.
50° R.	2	42° R.	18
48° —	4	42° —	17
47° —	4	41° —	49
46° —	6	43° —	12
45° —	7	42° —	18
44° —	8		

Aus den mitgetheilten Versuchen erhellet, 1) daß ein Glied der heißen Temperatur des Wassers desto länger ausgesetzt werden mußte, damit die Empfindung von Schmerz entstände, je niedriger die Temperatur des heißen Wassers war, 2) daß bei weniger heißem Wasser, wo es 10 bis 28 Secunden dauerte, ehe Schmerz entstand, schon 1° R. oder ½° R., um welchen das Wasser wärmer oder kälter war, einen beträchtlichen Unterschied in der Zeit hervorbrachte, welche erforderlich war, damit Schmerz entstände, während, wenn das Wasser sehr heiß war, 1° R. keinen merklichen Unterschied hervorbrachte, 3) daß das Glied unempfindlicher wurde gegen heiße Temperaturen, wenn es vorher sehr heißen ausgesetzt worden war.

Um auch über den Schmerz einige Versuche anzustellen, welchen Körper, deren Temperatur unter 0° ist, verursachen, wendete ich folgendes Verfahren an. Ich tauchte einen sehr großen eisernen Schlüssel, dessen solider Cylinder ein abgerundetes Ende hatte, dessen Durchmesser 4 Paris. Linien betrug, in Quecksilber von — 4°,2 R. bis — 2°,1 R. ein, bis er die Temperatur desselben angenommen hatte. Da sich in der Nähe jenes Endes der sehr große Bart befand, so behielt das Ende einige Zeit seine sehr niedrige Temperatur ziemlich bei, wenn es mit der Haut in Berührung gebracht wurde. An manchen Theilen des Gesichts, z. B. unter dem Jochbeine und am Mundwinkel, entstand ein stechender Schmerz, der dem Brennen ähnlich war, an manchen andern Stellen war er nicht stechend oder brennend, aber doch vom Gefühle der Kälte verschieden, nirgends war er so heftig, daß man ihn nicht hätte ertragen können. An manchen Theilen des Kopfs und Gesichts und an sehr vielen Theilen des übrigen Körpers entstand gar kein Schmerz. Der Schmerz schien da zu entstehen, wo entweder die Haut sehr empfindlich und die Oberhaut zugleich dünn war, oder auch da, wo ein Empfindungsnerven enthaltender Nervenstamm

nahe unter der Haut lag. Sehr merkwürdig war die große Verschiedenheit vieler ganz nahe nebeneinander liegenden Theile der Haut; oft entstand in dem einen Theile bei der Berührung Schmerz, in dem benachbarten keiner. Man darf vermuthen, daß diese Verschiedenheit daher rührte, daß die Kälte auf die an einzelnen Orten unter der Haut liegenden Stämme der Empfindungsnerven einwirkte. Uebrigens scheinen auch die unbekannten Organe, die zur Empfindung der Wärme dienen mögen, nicht gleichmäßig in der Haut vertheilt zu sein.

Zahl d. Versuche.	Temperatur des Schlüssels.	Theil des Körpers, mit d. d. Schlüssel in Berührung gebracht wurde.	Ob Schmerz entstand oder nicht.
1	— 4°,2 R.	Stirn, Mittellinie über der Nasenwurzel (Glabella).	Starkes Kältegefühl, aber kein ausgesprochener sich ausbreitender Schmerz.
2	— 3°,2 R.	Stirn, 5,3 Linien von der Mittellinie dicht über d. arcus supraciliaris, rechte Seite.	Kein Schmerz, obwohl d. Schlüssel über 1 Minute mit seinem abgerundeten Ende angedrückt wurde.
3	— 3°2, R.	Stirn, 6 Linien von der Mittellinie, 7 Linien über der Mitte des margo supraorbitalis, rechte Seite.	Schwacher Schmerz. Ich fühlte daselbst die Arterie pulsiren.
4	— 3°,2 R.	Stirn, 11 Linien von der Mittellinie, rechte Seite.	Schon nach 10 Secunden fing der Schmerz an, nach 20 Secunden war er sehr merklich. Ich fühlte daselbst eine Arterie pulsiren.
5	— 4°,0 R.	Stirn, 11 Linien von der Mittellinie links, 6,5 Linien über dem Margo supraorbitalis.	Schon nach 8 Secunden entstand Schmerz, der in die Augenhöhle hineinzog.
6	— 3°,7 R.	Stirn, rechts in der Gegend, wo d. Zweige des N. supraorbitalis u. supratrochlearis liegen.	In 14 Secunden Schmerz.
7	— 4° R.	Stirn über dem äußern Theile der Orbita, 2 Zoll 2 Linien von der Mittellinie, 5,5 Linien höher, als der höchste Theil des Margo supraorbitalis.	Ziemlich heftiger Schmerz.
8	— 3°,7 R.	Oberes Augenlid.	Nach 8 Secunden Schmerz, der schwingender und localer war als auf der Conjunctiva, die den Augapfel überzieht.

Zahl d. Versuche.	Temperatur des Schlüssels.	Theil des Körpers, mit d. d. Schlüssel in Berührung gebracht wurde.	Ob Schmerz entstand oder nicht.
9	— 2°,9 R.	Gesicht unter dem Jochbeine.	Empfindung stechend, dem Brennen ähnlich.
10	— 2°,1 R.	Mundwinkel.	Empfindungen nach einigen Sec. stechend, dem Brennen ähnlich.
11	— 2°,6 R.	Ohrläppchen.	Kein Schmerz.
12	— 2°,6 R.	Zungenspitze.	Schmerz, dem ähnlich, wie wenn man sich d. Zunge verbrannt hat.
13	— 4°,0 R.	Mittelster linker Schneidezahn der obern Kinnlade, der völlig gesund war.	Nach 2 Secunden leiser Schmerz, der sich nicht verstärkte; die Empfindung der Kälte dauerte nach Wegnahme des Schlüssels lange fort.
14	— 3°,9 R.	Harter Gaumen hinter den Schneidezähnen.	Kein Schmerz.
15	— 3°,9 R.	Harter Gaumen, hinterer Theil, in der Gegend der Spina nasalis posterior.	Kein Schmerz.
16	— 3°,2 R.	Harter Gaumen, hinterer Theil, vor d. Hamulus pterygoideus.	Es entsteht schnell Schmerz (vermuthlich wegen d. Nähe d. Aeste des N. pterygo-palatinus.
17	— 2°,6 R.	Arm, zwischen condylus internus und Olecranon, wo der N. ulnaris nahe unter der Haut liegt.	Anfangs entsteht nur eine schwache Kälteempfindung, nach 11 Secunden fängt die Empfindung an zuzunehmen und allmälig schmerzhaft zu werden, d. Schmerz erreicht zwischen 40 und 50 Sec. einen hohen Grad. Der Schmerz nimmt einen Theil des Unterarms mit ein.
18	— 2°,4 R.	Am äußern Theile des Olecranon.	Auch hier entsteht Schmerz.
19	— 2°,6 R.	Unterarm, fast in der Mitte auf dem Extensor digitorum communis.	Mäßiger Schmerz.
20	— 2°,4 R.	Kniescheibe.	Kein Schmerz.
21	— 3°,7 R.	Unterschenkel, rechter, unter der Sehne des Biceps, wo der N. peronaeus nahe unter der Haut liegt; der Schlüssel wurde mit der Länge seines Cylinders angedrückt.	Schmerz, der auch einen Theil des Unterschenkels, aber nicht den Fuß einzunehmen schien.

Schmerz in der Haut durch Druck und Zug.

Aehnliche Untersuchungen, wie die über die Entstehung von Schmerz durch Temperaturänderungen, lassen sich nun auch anstellen, über die Entstehung von Schmerz durch Druck und Zug. Es wird sich z. B. durch solche Versuche bestimmen lassen, welches Gewicht auf einen Quadratzoll unserer durch Knochen unterstützten Haut wirken müsse, damit die Tastempfindung des Drucks in eine Empfindung des Schmerzes übergehe. Ebenso wird man durch Versuche finden können, welchen Einfluß es hat, wenn ein Gewicht an 4, 8, oder 16 Haaren aufgehangen wird, und wie groß das Gewicht sein müsse, um in diesen verschiedenen Fällen Schmerz durch Zug zu erregen.

Die Schmerzen, die durch Druck entstehen, z. B. durch enge Schuhe und Stiefeln, die auf Hühneraugen drücken, gehören zu den heftigeren und dauernderen Schmerzen, die in der Haut vorkommen. Eiter, der unter harten Theilen keinen Ausweg findet, verursacht auch heftigen Schmerz, der sogleich aufhört, wenn der Eiter einen Ausweg findet.

Weniger belehrend sind die Beobachtungen, die man über die Entstehung von Schmerz durch Zerschneidung der Haut mit scharfen Messern, durch Zerquetschen derselben und durch die zerstörende Wirkung von Kali causticum und andern Aetzmitteln, so wie durch das glühende Eisen machen kann, Einwirkungen, welche eine mechanische oder chemische Zerstörung der Haut und ihrer Nerven hervorbringen.

Der Act des Zerschneidens erregt Schmerz, nicht der Zustand des Zerschnittenseins, bevor in Folge desselben Entzündung entsteht, die durch die Veränderungen, die sie hervorbringt, Schmerz erregen kann. Geht die Zerstörung sehr schnell vor sich, wie bei Schußwunden, so kann der Schmerz so gering sein, daß der Verletzte bisweilen selbst nicht weiß, daß er verletzt ist. Manche Einwirkungen, welche Schmerz hervorrufen, berauben die Nerven, die sie treffen, nach einiger Zeit ihres Empfindungsvermögens, z. B. die Wärme, die Kälte und der Druck. Ein fortdauernder Schmerz scheint indessen bei solchen Einwirkungen dadurch möglich zu sein, daß die Schmerz erregende Ursache tiefer und immer tiefer in den Körper eindringt und dabei andere und andere Theile der Nerven ergreift, oder indem die Einwirkung und mit ihr der Schmerz von Zeit zu Zeit etwas nachläßt, und während dessen das Leitungsvermögen der Nerven sich wiederherstellt.

Schmerz durch Electricität.

Da der galvanische Strom beim Schließen und Oeffnen der Kette nicht nur auf die Bewegungsnerven einwirkt, und das wirksamste Mittel ist, um Muskelzusammenziehung zu erregen, sondern auch auf Empfindungsnerven, z. B. auf die Sehnerven, so sollte man glauben, daß durch die gleichzeitige Einwirkung desselben auf die Empfindungsnerven auch sehr heftige Schmerzen entstehen müßten. Nun sind zwar die Empfindungen, welche die Electricität und der galvanische Strom erzeugen, unangenehm, aber bei Weitem weniger schmerzhaft, als man erwarten sollte, wenn man den heftigen Krampf damit vergleicht, den sie in den Muskeln hervorrufen, z. B. wenn ein dauernder Starrkrampf in den Beugemuskeln entsteht, der uns die Hand zu öffnen hindert. Wir haben oben S. 497 gesehen, daß die Kälte, wenn der Ellenbogen in einen Brei von Wasser und Eis eingetaucht

wird, bis zu dem Stamme des Nervus ulnaris eindringt. Da dieser Nerv sowohl zahlreiche Empfindungsnerven als auch zahlreiche Bewegungsnerven enthält und die Kälte zu beiden in gleichem Maaße hindringt, so ist es interessant, daß die Einwirkung der Kälte auf die Bewegungsnerven sehr unbeträchtlich ist, während sowohl ein ziemlich heftiger Schmerz als auch eine Betäubung des Empfindungsvermögens entsteht. Wärme und Kälte scheinen daher leichter Schmerz, electrische Ströme leichter Muskelzusammenziehung zu erregen.

Schauder und Kitzel in der Haut.

Wenn man manche Theile der Haut, z. B. die Haut des Rückens, mit der Fahne einer Feder leise streicht, so fühlt man nicht nur die Berührung, sondern, nachdem die Berührung vorüber ist, einen Schauder, d. h. eine Empfindung, die einige Zeit fortdauert und nicht nur in den berührten Theilen zu sein scheint, sondern sich auch auf andere Theile ausbreitet, die nicht berührt wurden und die, indem sie einen Theil der Haut verläßt, einen benachbarten ergreift und auf diese Weise sich fort zu bewegen scheint. Man sagt daher, es überlaufe uns ein Schauder. Da die Nerven an ihren peripherischen Enden nicht so untereinander communiciren, daß sich der Eindruck daselbst von einen Nerven auf den andern fortpflanzen kann, so darf man vermuthen, daß der zum Gehirn fortgepflanzte Eindruck sich dort auf benachbarte Theile des Gehirns ausbreite und daß die Seele sich nur vorstelle, daß die hierdurch entstehenden Empfindungen von Theilen der Haut herkämen, die in der Nachbarschaft der berührten Theile der Haut liegen. Es ist hierbei bemerkenswerth, daß der Schauder nicht im Augenblicke der Berührung eintritt, sondern zu seiner Entstehung und Ausbreitung einer merklichen Zeit bedarf, während doch sonst die einfache Fortpflanzung der Empfindungen so schnell zu erfolgen scheint, daß wir keinen Zeitverlust dabei bemerken. Es verhält sich hier, wie bei der Reflexion der Eindrücke von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven, denn bei dieser vergeht auch eine wahrnehmbare Zeit. Streicht man mit dem Nagel des Daumens die Mitte des Rückgrats und übt dabei zugleich einen beträchtlichen Druck aus, so erregt man den Schauder auch, wenn der Mensch bekleidet ist. Zugleich ziehen sich bisweilen die Rückenmuskeln, welche das Rückgrat ausstrecken, zusammen. Ein ähnlicher Schauder entsteht durch die Berührung mancher Theile der Haut mit einem kalten Körper; hier nennt man den Schauder ein Frösteln, wiewohl nicht daran zu denken ist, daß die Ausbreitung der Kälte auf der Haut die ausreichende Ursache der sich ausbreitenden Empfindung sei, die noch fortdauert, nachdem die Berührung schon aufgehört hat. Ohne alle vorausgehende Einwirkung auf die Haut entsteht ein solches Frösteln bei Eiterungen und in Fiebern, zumal in der Frostperiode des kalten Fiebers, wo bisweilen zugleich auch manche Muskeln mit ergriffen werden. Hier scheinen andere Einflüsse eine Bewegung im Nervencentrum zu erregen, welche die Seele so deutet, daß sie die Empfindung in die Haut verlegt.

Eine leise Berührung mit den Spitzen der Fasern einer Feder an den Lippen, am Rande der Nasenlöcher und in der Umgegend im Gesichte erregt bekanntlich einen eigenthümlichen Kitzel. Auch hier dauert die Empfindung nicht nur fort, nachdem die Berührung vorüber ist, sondern

wird bisweilen sogar dann noch stärker, wechselt ihren Ort und erweckt das instinktartige Verlangen, daselbst die Haut zu kratzen oder zu reiben. Etwas Aehnliches beobachtet man, wenn man die Schleimhaut der Nase leise reizt. Hier liegt die Ursache, warum der Kitzel noch zunimmt und endlich bis zum Niesen führt, darin, daß durch den Reiz die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen zur Zusammenziehung angeregt werden, ihren Inhalt heraustreiben und daß durch den Kitzel, den dieser wieder hervorbringt, die Reizung sich erneuert. Etwas Aehnliches ereignet sich vielleicht auch in der Haut, hinsichtlich der Ausführnngsgänge der Hautdrüsen. Der Gehörgang ist nicht geeignet zum Kitzel, aber sehr empfindlich gegen die Berührung kalter Körper; das Letztere ist bei der Schleimhaut der Nase nicht der Fall. Die heftige Empfindung, welche fremde Körper erregen, die mit der inneren Oberfläche der Augenlider in Berührung kommen, scheint auch ein sehr heftiger Kitzel zu sein, der aber leicht bis zum Schmerz steigt. Auch dieser erweckt das Ausfließen der Thränen. Der Theil der Conjunctiva, der die Selerotica und die Hornhaut überzieht, ist nicht sehr empfindlich und dem Kitzel nicht unterworfen; man kann ihn ohne Kitzel oder Schmerz zu empfinden, berühren. Unter Wasser kann man die Augen öffnen, ohne eine unangenehme Empfindung davon zu haben, und sogar Salzwasser bringt nnr am innern Augenwinkel, an den Punctis lacrymalibus, einen kleinen Reiz hervor. Dagegen erregen Dämpfe von schwefliger Sänre und von Ammoniak eine heftige Empfindung, die aber nicht ein Kitzel genannt werden kann. Die zahlreichen Härchen der Haut können die Fortpflanzung der leisen Eindrücke in das Innere der Haut und zu den Drüsen befördern, indessen ist ihre Gegenwart zur Entstehung des Kitzels nicht unumgänglich nöthig, da auch in manchen haarlosen Theilen der Haut Kitzel entstehen kann, z. B. im Hohlfuß, in der Hohlhand und auf dem Gaumen.

Warum nur gewisse Theile der Haut und der Schleimhaut kitzlich sind, und manche andere dicht dabei gelegene gar nicht oder nur in geringem Grade, ist schwer zu erklären. Die Lippen, die Haut und Schleimhaut am Eingange in die Nase, die Haut des harten Gaumens nahe hinter den obern Schneidezähnen, die Haut des Hohlfußes, die Haut in der Achselhöhle sind es bei mir vorzüglich. Die Theile, welche des Kitzels fähig sind, sind nicht immer mit einem sehr feinen Tastgefühle versehen, z. B. die Schleimhaut am Eingange der Nase.

Gemeingefühlempfindungen, die durch die Blutbewegung, durch die Absonderung von Säften aus dem Blute und durch den Proceß der Ernährung in der Haut entstehen.

Daß die Empfindungen, welche die Bewegung des Bluts und die andern so eben angeführten Ursachen hervorbringen, zu der Classe der Gemeingefühlempfindungen gehören müssen, und nicht zu den Empfindungen, durch die man ein Object wahrzunehmen glaubt, leuchtet von selbst ein. Denn wenn die Empfindung erregende Ursache gleichzeitig auf die kleinsten Theile der Substanz wirkt, aus welcher die Haut besteht, so fällt alle Veranlassung für die Seele weg, die entstehenden Empfindungen so auszulegen, als ob sie von einem, von dem empfindlichen Organe zu unterscheidenden

Körper (Objecte) veranlaßt würden. Wir können unter solchen Verhältnissen nur unsern veränderten Empfindungszustand wahrnehmen.

Durch einen Senfteig, den wir uns auf die Haut legen, vermehrt sich die Menge des Bluts in dem gereizten Theile der Haut, und zugleich entsteht die Empfindung von Wärme und von Brennen.

Durch Hautausschläge können Empfindungen von Jucken, Brennen, und zahlreiche andere Modificationen der Gemeingefühlempfindungen entstehen. Daß bei weit verbreiteten Hautausschlägen kein heftiger Schmerz entsteht, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß die Zerstörungen, die die Hautausschläge in der Haut anrichten, sehr allmälig entstehen.

Der Schmerz, welchen Brennnesseln und der Stich der Bienen, Wespen und anderer Inseeten hervorbringt, rührt wohl hauptsächlich von einem reizenden Safte her, der in die Wunden eingeflößt wird, und sich daselbst ausbreitet, sonst wäre wohl die Stärke des Schmerzes und seine längere Dauer bei einer so kleinen Verletzung kaum zu begreifen.

Das Gemeingefühl der Muskeln.

Bichat*) sagt: »die thierische Empfindlichkeit ist in den Muskeln im gewöhnlichen Zustand sehr dunkel. Bei Amputationen und bei Versuchen an lebenden Thieren der Quere nach durchschnitten, erregen sie keine sehr merkliche unangenehme Empfindung. Nur wenn ein Nervenfaden getroffen wird, äußert sich ein merklicher Schmerz, das eigenthümliche Gewebe der Muskeln selbst ist nur wenig empfindlich. Gewisse Reizmittel verursachen gleichfalls keinen merklichen Schmerz. Indessen sind die Muskeln der Sitz einer eigenthümlichen Empfindung, der der Müdigkeit nach wiederholten Zusammenziehungen.« Es ist für die Erkenntniß von der Natur des Schmerzes und des Gemeingefühls überhaupt sehr belehrend, daß viele Einflüsse, die in andern Theilen heftigen Schmerz verursachen, in den Muskeln unwirksam sind, und daß andere Erscheinungen dennoch eine sehr große Empfindlichkeit der Muskeln beweisen.

Hierher gehören der Schmerz, der durch starke Ermüdung in ihnen entsteht, der ungeheure Schmerz, der mit manchem tonischen Krampfe, z. B. mit dem Wadenkrampfe verbunden ist, der rheumatische Schmerz, der oft plötzlich eintritt und sich wiederholt, sobald der leidende Muskel in Zusammenziehung geräth. Vor allen gehört aber hierher das feine Gefühl, welches die durch den Willen hervorgebrachte Zusammenziehung mancher dem Willen unterworfener Muskeln begleitet, wodurch wir die Anstrengung fühlen, die wir mit den Muskeln machen und den Widerstand sehr genau messen, der uns dabei geleistet wird.

Auch die Bewegungen mancher organischer Muskeln sind mit schmerzhaften Empfindungen verbunden, z. B. die des Uterus, die man daher Wehen, dolores, nennt, die des Mastdarms beim Tenesmus und die der Gedärme beim Bauchkneipen. Ich halte es für wahrscheinlich, daß die heftige Zusammenziehung der Muskelfasern des ganz leeren Magens, wobei seine Höhle verschwindet, mit Empfindung verbunden ist, die einen Theil der Empfindung aus

*) Bichat, Allgemeine Anatomie, übersetzt von Pfaff. Leipzig, 1803. Theil II. Seite 212.

macht, die wir mit dem Namen Hunger bezeichnen. Auch das Gefühl des Uebelseins beim Erbrechen, der Drang zum Stuhlgange, sowie das eigenthümliche Gefühl beim Durchfalle sind wohl für Empfindungen zu halten, welche die heftige peristaltische und antiperistaltische Bewegung begleiten, ebenso scheinen manche Schmerzen, die das Herz verursacht, ihre Ursachen in Bewegungen desselben zu haben, die mit Empfindung verbunden sind und es ist mir sehr wahrscheinlich, daß das Wollustgefühl beim Ergusse des Samens mit den Bewegungen verbunden sei, in welche die von mir nachgewiesenen Muskelfasern der Samenblase und der Prostata dann gerathen. Sowie die Muskeln nächst den Sinnorganen und namentlich auch nächst der Haut zu den nervenreichsten Theilen unsers Körpers gehören, so gehören sie auch zu denen, welche das feinste Gemeingefühl haben, aber nur für gewisse Einflüsse.

Um den allmäligen Uebergang des Gefühls der Anstrengung in Ermüdung und der Ermüdung in Schmerz zu beobachten, kann man versuchen, wie lange man den Unterarm und Oberarm in mäßig gestreckter, horizontaler Lage erhoben halten kann. Es wird das nach der Größe der Muskelkraft und dem Grade der Ausstreckung des Arms, und je nachdem die Lage des Arms sich der horizontalen mehr oder weniger nähert, bei verschiedenen Menschen sehr verschieden sein. Bei mir begann der Schmerz ungefähr nach 300 Secunden, er nahm von da an sehr allmälig zu, so daß ich den Arm noch 600 Secunden und also im Ganzen 900 Secunden (eine Viertelstunde) erhoben hielt, und ihn, wie ich glaube, noch längere Zeit hätte erhoben halten können. Indessen fing ich zuletzt an, schon ein Wenig Zittern der Muskeln zu bemerken. Hob ich bei diesem hohen Grade von Ermüdung den Arm wiederholt noch höher, so vermehrte sich der Schmerz während der Zusammenziehung der ermüdeten Muskeln nicht, wohl aber nachher. Ich stellte mir während der Anstrengung den Zustand der Ruhe sehr angenehm vor, allein ich irrte mich. Zwar war ich dadurch erleichtert, daß ich nun meinen Willen nicht mehr anzustrengen brauchte, sondern mich leidend verhielt, aber der Schmerz dauerte in gleichem Grade fort, und sogar nach 2 Stunden war er noch nicht ganz vergangen. Er war auch dann vorhanden, wenn ich mich hinlegte und das ganze Glied möglichst ruhen ließ. Bei diesem Versuche fand kein gewaltsamer Druck auf die Muskeln und Nerven und keine übermäßige Ausdehnung der Muskeln statt. Es war nur die Dauer der Zusammenziehung, die unstreitig bei der unzureichenden Ernährung eine Mischungsveränderung in den Muskeln und ihren Nerven hervorbrachte und dadurch den Schmerz verursachte, ebenso wie in andern Fällen durch eine in den Theilen unsers Körpers hervorgebrachte Mischungsveränderung Schmerz erzeugt wird, denn die Muskelzusammenziehung scheint, wie das Losschießen eines Gewehrs, von einem chemischen Processe begleitet zu werden. Nach Berzelius und Liebig*) befindet sich in den Muskeln Milchsäure, entweder frei, oder als saures milchsaures Salz, zugleich scheint sich nach den Versuchen von Bunzen**) Becquerel und Breschet an

*) Liebig, Annalen der Chemie und Physik. B. 62. Heft 3.

**) Bunzen, Beitrag zu einer künftigen Physiologie. Kopenhagen 1805. p. 117 armirte die Nerven und Muskeln des Unterschenkels einer soeben getödteten Kuh und sahe bei Schließung der Kette das in die Muskelsubstanz gesteckte Thermometer um mehrere Linien steigen.

warmblütigen Thieren und nach den von Helmholz*) an kaltblütigen Wärme zu entwickeln. Die Milchsäure ist vielleicht ein Zerstörungsproduct.

Der Schmerz schien nur in denjenigen Muskeln seinen Sitz zu haben, welche zur Erhebung des Oberarms und Unterarms gebraucht wurden. Die Fingermuskeln z. B. nahmen daran keinen Theil und konnten auch nachher bewegt werden ohne Schmerz zu erregen, dagegen brachte die Hebung des Oberarms und Unterarms, nachdem das Glied geruht hatte, Schmerz hervor. Die Entstehung des Schmerzes durch eine mäßige aber ununterbrochene und lange fortgesetzte Thätigkeit der Muskeln, ohne den Einfluß irgend einer andern Einwirkung, welche Schmerz erregen konnte und die lange Fortdauer des Schmerzes, nachdem die Muskeln wieder in Ruhe versetzt waren, sprechen sehr dafür, daß die Ursache jenes Schmerzes in einer Mischungsveränderung zu suchen sei, welche die Muskeln bei einer so lange fortgesetzten Thätigkeit erlitten, und welche nur allmälig durch Ernährung wieder verschwinden konnte. Bekanntlich ist die große Veränderung, welche mit dem Fleische bei einer zu lang dauernden und zu heftigen Anstrengung vor sich geht, bei zu Tode gehetztem Wilde sogar durch das äußere Ansehn des Fleisches und durch den Geschmack desselben zu erkennen.

Die Empfindungen von Wärme und Kälte, ferner die Empfindungen von Druck und Zug verwandeln sich, wie wir gesehen haben, wenn sie einen gewissen Grad übersteigen, in Schmerz, und ebenso verwandelt sich die Empfindung der Anstrengung der willkürlichen Muskeln in das Gefühl der Müdigkeit und dieses in das Gefühl von Schmerz; und dieser Schmerz, ob er gleich in ganz andern Theilen seinen Sitz hat und auf eine ganz besondere Weise entsteht, ist doch eine ganz ähnliche Empfindung als die, welche entsteht, wenn unsere Theile einen zu großen Druck oder eine zu starke Dehnung erlitten haben. Er hat nichts Specifisches. Die Mischungsveränderung in den Muskeln und Muskelnerven, die durch eine lange fortgesetzte Anstrengung derselben hervorgebracht zu werden scheint und die ich, wie gesagt, als die Ursache des entstehenden Schmerzes ansehe, kann auch durch andere Umstände, z. B. in Fieber entstehen und bringt dann einen ähnlichen Schmerz hervor, den man oft Zerschlagenheit der Glieder nennt.

Das Gemeingefühl der Muskeln, mittelst dessen wir den Grad der Anstrengung empfinden, welcher erforderlich ist, um den uns geleisteten Widerstand zu überwinden, ist so fein, daß es uns Dienste leistet wie ein Sinn, den wir den Kraftsinn nennen könnten. Es ist oben S. 546 durch Versuche dargethan worden, daß wir den Unterschied zweier Gewichte durch das Gemeingefühl der Muskeln noch bestimmter und genauer wahrnehmen, als durch den Tastsinn. Man unterscheidet noch das schwerere von dem leichteren Gewichte, wenn sich die Gewichte wie 40 zu 39 verhalten. Man könnte nun zwar behaupten, die Ursache der Empfindung der Anstrengung sei nicht in den Muskelnerven, sondern in dem Theile des Gehirns zu suchen, auf den der Wille einwirkt. In dieser Hinsicht ist es jedoch nöthig, zu bemerken, daß man auch durch die Dehnung, die die Muskeln erleiden und also ohne alle Anstrengung des Willens, Gewichtsunterschiede wahrnehmen kann. Ich umgab die Handwurzel mit einem aus einem Tuche gemachten Ringe und ließ den

*) Helmholz in Müllers Archiv 1848. Heft 2.

Arm über eine Stuhllehne herabhängen, so daß er in der Achsel unterstützt war. Wurden nun an einem an dem Bande befindlichen Haken Gewichte an dem schlaff herabhängenden Arme aufgehangen, so hatte man durch die Dehnung der Muskeln eine Empfindung, mittelst deren man den Gewichtsunterschied wahrnehmen konnte, wozu freilich zugleich auch die Empfindung des Druckes beitrug, die man an dem Orte hatte, wo die Hand von dem Ringe gedrückt und der Arm von der Stuhllehne unterstützt wurde. Die Dehnung der Muskeln entstand dadurch, daß die schlaffen Bänder in den freien Gelenken der Hand und des Oberarms etwas nachgaben, so daß sich die Ansatzpunkte mancher Muskeln von einander entfernten. Es ist schon oben auseinander gesetzt worden, daß wir durch Erfahrung wissen, welche Anstrengung bestimmter Muskeln dazu gehört, damit unsere Glieder in eine gewisse Lage versetzt, und darin erhalten werden, und daß sich diese Erkenntniß mit dem Gefühle der Anstrengung so associirt hat, daß wir durch das letztere Gefühl in jedem Augenblicke eine Vorstellung von der Lage unserer Glieder haben, auch wenn wir dieselben nicht sehen und sie sich einander nicht berühren. Wenn ein Anderer unsern Händen und Fingern eine bestimmte Stellung giebt und wir diese Stellung erhalten, so wissen wir doch, in welcher Lage sich diese Glieder befinden. Durch das Gefühl von der Anstrengung der Muskeln erkennen wir also in jedem Augenblicke die Stellung der absichtlich bewegten Theile unsers Körpers und das mangelnde Gleichgewicht, durch sie nehmen wir sogar die Richtung sehr genau wahr, in welcher an unsern Haaren gezogen wird. (Siehe S. 542.) Mit der Anstrengung bestimmter Muskeln, die wir bei der Hervorbringung der Töne, welche wir singen und der articulirten Laute, die wir aussprechen, machen, associirt sich die Phantasievorstellung von diesen Tönen und Lauten und es giebt nichts, wodurch wir diese Phantasievorstellungen so lebhaft erwecken könnten, als indem wir die Stimm= und Sprachorgane in die Stellung bringen, bei welcher jene Töne und Laute entstehen würden, wenn wir zugleich ausathmeten. Mit der Anstrengung bestimmter Muskeln, durch welche wir gewisse Mienen hervorbringen, associirt sich die Vorstellung von der Seelenstimmung, die uns antreibt, eine solche Miene zu machen, und daher erweckt auch umgekehrt eine gewisse Lage der Theile unsers Gesichts eine gewisse Seelenstimmung und diese verschwindet leichter, wenn die Lage jener Theile geändert wird, z. B. wenn wir mit der Hand gewisse Runzeln der Stirn glätten.

Man hat zu den Augenmuskeln, welche bekanntlich ihre Nerven von Bewegungsnerven, nämlich vom N. Oculomotorius, Trochlearis und Abducens bekommen, auch sehr dünne Aeste eines Empfindungsnerven, des Ramus ophthalmicus des Trigeminus verfolgt. Auch zu andern Muskeln gehen unstreitig zugleich mit den Bewegungsnerven einige Empfindungsnerven hin, die sich durch die Anastomosen verschiedener Nerven den Bewegungsnerven beimengen. Vielleicht sind diese Empfindungsnerven die Ursache des in gewisser Hinsicht so lebhaften und feinen Gemeingefühls der Muskeln und vielleicht erklärt sich die Erscheinung, daß manche dem Willen gehorchende Muskeln, z. B. das Zwerchfell, dieses Gemeingefühl in viel geringerem Grade besitzen, dadurch, daß sie mit einer geringeren Zahl von Empfindungsnerven versehen sind. Die Annahme aber, daß das Gemeingefühl der Muskeln immer durch Nerven, die mit den Tastnerven entspringen, vermittelt werde, scheint durch diejenige Art der Lähmung,

welche man Anästhesie nennt, nicht bestätigt zu werden. Bei der Anästhesie verliert man in den Gliedern das Empfindungsvermögen, während das Vermögen sie willkürlich zu bewegen fortdauert. Nicht jeder Krankheitszustand, den man für Anästhesie erklärt hat, ist dafür zu halten, denn da viele Muskeln aus der Entfernung auf die Glieder wirken und z. B. die Muskeln, welche die willkürliche Bewegung der Finger bewirken, nicht an den Fingern, sondern größtentheils an dem Unterarme liegen, so können, wenn die Lähmung nicht zugleich den Unterarm ergreift, sondern nur die Hand, die Finger bewegt werden, während sie fühllos sind. Dieses ist keine wahre Anästhesie. Aber auch bei der wahren Anästhesie, wo ein großer Theil des Körpers des Tastsinns und des Vermögens Schmerz zu empfinden, ganz oder fast ganz beraubt ist, und dennoch absichtlich bewegt werden kann, dauert bisweilen das Vermögen zu gehen fort, und dieses setzt die Empfindung des mangelnden oder stattfindenden Gleichgewichts voraus, ohne welche das Balanciren des Körpers unmöglich ist*)

Besonderes Gemeingefühl in Theilen des Nervensystems.

Alle Empfindungen beruhen auf einer in den Nervenfäden vor sich gehenden Veränderung und insofern kann man behaupten, daß es nur ein Gemeingefühl in den Theilen des Nervensystems gebe. Indessen kann

*) Einige Fälle von Anästhesie, welche in den Med. chirurg. Transact. B. II. p. 217 und B. III. p. 90, ferner in American medical Repository B. IV. p. 225 mitgetheilt worden, findet man in Nasse, Zeitschrift für psychische Aerzte. 1822. Heft 2 gesammelt. Ein vorzüglich interessanter, dort nicht erwähnter, Fall ist von A. Reid berichtet worden. (Siehe Frorieps Notizen 1829. B. 24. p. 217.) Ich will ihn hier mittheilen: Ein gewisser Walker stürzte 1802 vom Pferde. Im Jahre 1812 bekam er einen Anfall von Erysipelas am Beine. Beide Beine wurden betäubt und zeigten sich beim Einstechen einer Stecknadel unempfindlich, der Tastsinn war gelähmt, denn Walker konnte, wenn er ein Fußbad nahm, nicht eher sagen, ob das Bad heiß oder kalt sei, bis er das Bein bis über die Mitte des Oberschenkels eingetaucht hatte. Er hatte dabei das Gefühl, als ob der Fuß mit einem Strumpfe oder Stiefel bedeckt sei, oder als ob er eingeschlafen sei. Er war aber vollkommen im Stande, den Fuß gehörig zu bewegen. Nach dem Jahre 1815 erlitt er an dem Os metatarsi der kleinen Fußzehe eine Quetschung, dieser Knochen wurde cariös und mußte weggenommen werden. Walker versicherte, daß er bei dieser Operation nicht den geringsten Grad von Schmerz empfunden habe, es sei gewesen, als habe man an einem todten Gliede operirt. Die Krankheit dehnte sich allmälig so aus, daß zur Zeit, wo Reid über ihn berichtete, das Empfindungsvermögen fast ganz an der Oberfläche des Körpers vernichtet war, während die Bewegungskraft zwar geschwächt, aber doch noch so unversehrt war, daß er seine Hände noch gebrauchen konnte, um seine Speisen zu tranchiren, um zu schreiben und um die Zügel zu halten, wenn er ritt, auch war er im Stande, eine kurze Strecke ohne Stock zu gehen. Er sagte: »Ich fühle mit nichts, als mit meinem Munde, d. h. ich bin nicht im Stande zu sagen, ob ein Gegenstand, den ich berühre, kalt oder heiß, rauh oder glatt sei.« Er konnte nicht eher sagen, ob er die Zügel in den Händen habe, als bis er's sah. In den Füßen hatte er das Gefühl, als ob sie steif und schwer wären. Sein Gesicht war schwach, sein Gehör, Geschmack und Geruch dagegen waren gut. Es sind keine Versuche darüber angestellt worden, ob Walker die Lage seiner Glieder, ohne sie zu sehen, habe angeben können. Allein schon daraus, daß er gehen konnte, erhellt, daß er noch ein Gefühl von der Anstrengung der Muskeln gehabt habe. Hierauf deutet auch die Angabe hin, daß ihm die Füße steif und schwer zu sein geschienen haben. Der Tastsinn und das Gemeingefühl der Haut scheinen also gelähmt, die Muskeln dagegen des Gemeingefühls nicht ganz beraubt gewesen zu sein.

man doch in manchen Fällen unterscheiden, ob die erste Veranlassung zu einer solchen Veränderung von Etwas ausgeht, was auf die peripherischen Enden unserer Nervenfäden oder auf die Stämme der Nerven oder auf die centralen Theile des Nervensystems wirkt. Dieses zu unterscheiden, ist in medicinisch praktischer Hinsicht wichtig, aber oft sehr schwer.

Man hat Schauder, Ameisenkriechen, Eingeschlafensein oder Taubheit der Glieder, und Schmerz durch Krampf als besondere Aeußerungen des Gemeingefühls des Nervensystems angesehen, und in der That, es deuten diese Symptome auf ein Leiden hin, welches oft nicht in den in der Haut und in den Muskeln verborgenen Nervenenden, sondern in den Nervenstämmen und im Gehirne und Rückenmarke seinen Sitz hat.

Gewiß entstehen auch viele Schmerzen auf diese Weise, daß die Schmerz erregende Ursache nicht auf die Nervenenden in den Theilen, sondern auf die Nervenstämme oder auf die Nervenfäden im Gehirne und Rückenmarke wirkt. Aber sie sind schwer von den andern Schmerzen zu unterscheiden. Ich kann mich nicht davon überzeugen, daß der Kopfschmerz niemals in Gehirnfasern, sondern immer in den Enden derjenigen Empfindungsnerven seinen Sitz habe, welche sich zu dem Zwecke, das Gehirn empfindlich zu machen, in das Gehirn hinein verbreiteten. Die Existenz solcher Nervi nervorum ist noch nicht dargethan. Longet, welcher sich ehemals mit Magendie darüber stritt,*) wer von ihnen durch physiologische Experimente dargethan habe, daß Empfindungsnerven aus der hinteren Wurzel der Rückenmarknerven am Ganglion spinale in die vordere Wurzel übergingen, und sich in ihr in der Richtung nach dem Rückenmarke zu verbreiteten und dadurch diese Wurzel empfindlich machten, überläßt jetzt diese Ehre ganz Herrn Magendie und will von seinen eignen Versuchen nichts mehr wissen**). Ehemals glaubte er gefunden zu haben, daß die vordere Wurzel der Rückenmarknerven empfindlich sei, so lange die hintere nicht durchschnitten worden, daß sie aber nach deren Durchschneidung unempfindlich werde.

Gemeingefühl in den Organen, welche mit einer Schleimhaut versehen sind.

Manche Gemeingefühlempfindungen in diesen Organen sind, wie ich S. 581 geäußert habe, wahrscheinlich mit heftigen Bewegungen ihrer Muskelfasern verknüpft, andere beruhen unstreitig auf Eindrücken, welche auf die Schleimhaut selbst gemacht werden.

Hierher gehört der Kitzel, den tropfbare Flüssigkeiten, sogar die mildesten, sowie auch alle festen Körper im Kehlkopfe hervorbringen, welcher die Verschließung der Glottis und das Husten zur Folge hat. Bei der Bronchotomie sieht man, daß diese große Reizbarkeit nur in dem Kehlkopfe und nicht in der Luftröhre existirt. Hierher ist auch zu rechnen der Ekel erregende Kitzel bei Berührung der Zungenwurzel.

Auf der Schleimhaut der Nase erregt, wie schon erwähnt worden, die Berührung fester Körper den eigenthümlichen Kitzel, der zum Niesen führt, Wasser dagegen, womit man die Nase füllen kann, reizt die Schleimhaut nicht, wohl aber thut es die Kohlensäure kohlensaurer Getränke, wenn

*) Longet in Comptes rend. 1839. Juin. Nr. 23 p. 920.

**) Longet, Anatomie und Physiologie des Nervensystems übers. v. Hein. B. I. Leipzig 1847. p. 30.

die sich entwickelnde Luft aus dem Magen aufsteigt und uns in die Nase kommt. Sie bringt dann eine sehr heftige Empfindung in der Nase, nicht aber in dem Munde hervor. Eine eigenthümliche Empfindung erweckt mit Pfeffermünzöl getränkter Zucker an der Zunge, am Gaumen und am Schlunde.

In der Harnröhre bemerkt man heftige Empfindungen, wenn mit dem Harne Blut oder griesartige Niederschläge vermengt sind.

Der Durst beruhet vielleicht auf einer Abänderung der auf manchen Schleimhäuten stattfindenden Secretion, die wieder durch den Mangel an der hinreichenden Menge von Wasser im Blute entsteht; daher erregt die Aufnahme einer großen Menge Kochsalz ins Blut Durst, weil dann die gewöhnliche Menge des Blutwassers nicht mehr die erforderliche Verdünnung des Bluts hervorbringt. Auf der andern Seite bringt das Unterlassen des Trinkens desto schneller Durst hervor, je mehr wässerige Theile man durch Ausdünstung oder Durchfälle verliert. Die Ursache, warum wir dabei das Gefühl der Trockenheit hauptsächlich im Schlunde und am Gaumen haben, liegt wohl darin, daß diese Theile eine besondere Empfindlichkeit für gewisse Einflüsse besitzen, die der Speiseröhre, dem Magen, den Gedärmen und sogar der Zunge fehlt. So wie die Conjunctiva durch schwefligsaure Dämpfe und durch Ammoniakdämpfe sehr afficirt wird, so ist es auch, wiewohl in geringerem Grade, nach meinen Versuchen am Gaumen und Rachen der Fall. (Siehe S. 562.) Diese Theile sind mit dem Tastsinne versehen und haben zugleich eine viel dünnere Oberhaut als die Zunge. Würde die Conjunctiva nicht durch die Thränen benetzt, so würden wir vielleicht auch beim Dursten Trockenheit in den Augen empfinden. Wir fühlen zwar den Durst am meisten am Gaumen und im Schlunde, aber der Zustand, der die Empfindung hervorruft, ist unstreitig nicht blos auf diesen Theil der Schleimhaut beschränkt.

Das Gefühl, welches nach längerm Mangel an athembarer Luft mit dem Bedürfniß des Athmens verbunden ist, hat unstreitig seinen Sitz nicht blos in der Schleimhaut der Lunge, sondern auch im Herzen, weil mit diesem Mangel Störungen im Kreislaufe verbunden zu sein pflegen.

Das Gemeingefühl in Theilen, welche nicht reich an Nerven und an Blutgefäßen sind.

Die Knorpel, die Knochen, die serösen Häute und namentlich auch die Synovialhäute, die Blutgefäße, die sehnigen Theile, das Bindegewebe und das Fettgewebe haben im ausgebildeten und gesunden Zustande nicht sehr dichte mit Blut sehr erfüllte Haargefäßnetze. Bei den Knorpeln, so lange sie nicht verknöchern und so lange in ihnen keine Markhöhlen entstehen, lassen sich die Blutgefäße gar nicht sichtbar machen und eben so wenig kann man Nerven zu den Knorpeln hin verfolgen. Dagegen sind die Nerven der serösen Häute und Synovialhäute, mancher sehnigen Theile, z. B. der Dura mater, der äußern Arterienhaut, der Haut großer Venenstämme anatomisch dargestellt worden, die mittlere und innere Arterienhaut besitzen jedoch nach meinen Untersuchungen keine Haargefäße, wohl aber die Längsfaserhaut der größeren Venen.

Alle diese Theile scheinen nur im kranken Zustande fähig zu sein, uns Gemeingefühlempfindungen zu verschaffen. Unstreitig sind es hauptsächlich die Blutgefäße in ihnen, zu welchen sich die diesen Theilen angehörenden Nerven begeben, und so scheint denn auch die übermäßige Aus-

dehnung der Gefäße mit Blut eine Bedingung zu sein, unter welcher in ihnen Schmerz entstehen kann.

Um die Empfindlichkeit der Knorpel und Synovialhaut zu prüfen, brachte Haller*) bei einer lebenden Katze in die Gelenkhöhle des Beckens, in welcher der Oberschenkelknochen eingelenkt ist, Vitriolöl und in das Kniegelenk ein ander Mal Vitriolöl und Spießglanzbutter; er stach und brannte die Oberfläche dieser Gelenke, ohne daß die Thiere Zeichen des Schmerzes zu erkennen gaben. Dörner**), der unter Autenrieths Leitung 34 Experimente über die Verletzung der Knorpel an lebenden Katzen gemacht hat und hierzu die Nasenscheidewand-, Ohr-, Kehlkopf-, Rippen- und Gelenkknorpel benutzt hat, erwähnt nichts davon, daß die Thiere dabei Zeichen des Schmerzes verrathen hätten, außer im 25sten Experimente, wo 2 Gran Höllenstein in die Kniegelenke gebracht wurden, wodurch denn freilich die weichen Theile des Gelenks zerstört, und vielleicht auch benachbarte Theile verletzt wurden.

Die Verletzung der Arterien scheint keinen merklichen Schmerz zu erregen. Haller***) sah niemals, daß ein Thier durch Geschrei oder auf andere Weise Zeichen von Schmerz zu erkennen gab, wenn er eine Arterie an einer solchen Stelle, wo kein Nerv lag, mit einem Faden oder Bande zusammenschnürte und er beruft sich zugleich auf ähnliche Erfahrungen, welche Bromfield und Ponteau bei Menschen gemacht haben. Wenn dagegen Bichat, sobald er reizende Flüssigkeiten, wie Dinte, verdünnte Säuren oder Wein in die Arterien lebender Thiere spritzte, heftigen Schmerz entstehen sah, so beweist dieser Versuch nicht die Empfindlichkeit der Arterien, denn es dringen dann diese Flüssigkeiten durch die Poren der Gefäßwände in die benachbarten mit Nerven versehenen Theile ein.

Die sehnigen Theile sind im gesunden Zustande gegen äußere Reize wenig oder gar nicht empfindlich. Haller†) führt 39 Schriftsteller an, welche bei Menschen über die Unempfindlichkeit der Sehnen, und 18, welche bei Thieren darüber an 200 Versuche gemacht haben, er nennt ferner 25 Schriftsteller, welche über die harte Hirnhaut ähnliche Beobachtungen bei Menschen und 16 Beobachter, welche an derselben Haut bei Thieren Versuche gemacht haben. Ebenso sind die Beobachtungen über die Unempfindlichkeit der Knochenhaut sehr zahlreich, welche bekanntlich bei Amputationen ohne Schmerz abgeschabt wird††). Man hat bei allen diesen Versuchen theils eine mechanische Reizung durch Zerschneiden, Zerreißen, Zerkneipen, theils eine chemische Reizung, indem man sie braunte, mit Spießglanzbutter, Säuren und Alkalien und andern Aetzmitteln berührte, angewendet, und mit der dura mater sogar im entzündeten Zustande Versuche gemacht. Indessen will Bichat†††) wahrgenommen haben, daß zwar die Sehnen, Aponeurosen und Bänder gegen die chemischen und

*) Haller, de partibus c. h. sensibilibus et irritabilibus, Commentar. soc. reg. Gotting. T. II. 1752.

**) Dörner, De gravioribus quibusdam cartilaginum mutationibus. Tubingae 1798. 8.

***) Haller, De partium c. h. fabrica etc. Lib. II. Sect. 1. §. 12. und dessen Second. mémoire sur les parties sensibles. p. 217.

†) Haller, Elementa physiologiae. Lib. XXVIII. in der Vorrede.

††) Haller, in Commentar. Gotting. 1752. T. II. p. 123. sq. Opera min. I. p. 341. und Castelli experimenta, quibus varias c. h. partes sensu carere constitit. Gottingae 1753. Sect III.

†††) Bichat, Allgemeine Anatomie übers. v. Pfaff. B. II. Abth. 1.

meisten mechanischen Reizmittel unempfindlich wären, daß sie aber doch sehr schmerzten, wenn sie gewaltsam ausgedehnt oder durch Drehung gewunden würden. Man beobachtet allerdings, daß bei Fußreisen angestrengte oder gedehnte Bänder heftig schmerzen.

Das Bindegewebe ist nach Hallers*), Schobingers und Zimmermanns Versuchen, die von Bichat bestätigt worden sind, im gesunden Zustande unempfindlich. Man kann es nach Bichat bei lebenden Menschen und Thieren durchschneiden, in verschiedenen Richtungen zerren und durch Luft ausdehnen, ohne Schmerz zu erregen, vorausgesetzt, daß die durch dasselbe laufenden Nerven nicht verletzt werden. Auch das Fett enthaltende Zellgewebe ist im Allgemeinen unempfindlich, indessen schien das Knochenmark bei den von Duverney**) und Monro bei amputirten Menschen angestellten Versuchen empfindlich, was auch Troja, Köhler und Bichat durch Versuche bei Thieren bestätigt haben. Diese Empfindlichkeit kommt aber vermuthlich nicht dem Knochenmarke, sondern unstreitig den kleinen von Gros***) beim Pferde deutlich dargestellten Nerven zu, die durch die foramina nutritia mit den Blutgefäßen eindringen und zum Theil durch das Knochenmark hindurch zu den Knochen sich zu begeben scheinen.

Die Knochen sind im gesunden Zustande unempfindlich. Bichat sagt, man könne sie zersägen, zerschneiden, klopfen und brennen, ohne einen merklichen Schmerz zu erregen. Indessen können sie wie viele andere Theile, welche im gesunden Zustande unempfindlich sind, doch im kranken Zustande schmerzhaft werden, z. B. bei venerischen und gichtischen Knochenkrankheiten.

Auch der Nabelstrang scheint unempfindlich zu sein.

Das Gemeingefühl bei Menschen und Thieren, bei Gesunden und Kranken.

Das Gemeingefühl kommt allen Thieren zu, und schon der Embryo scheint durch Gemeingefühlempfindungen veranlaßt zu werden, seine Lage im Mutterleibe zu ändern. Bei Kranken, namentlich in der Hypochondrie und Hysterie, veranlassen Einwirkungen, die oft so schwach sind, daß sie bei Gesunden unbemerkt bleiben, lebhafte Gemeingefühlempfindungen. Mit Unrecht glauben Manche, daß eine größere Erregbarkeit der Nerven die Ursache dieser Erscheinungen sei. Vielmehr scheinen die verschiedenen Verrichtungen der Organe bei solchen Kranken, wegen mancherlei Fehler und Unvollkommenheiten schon durch geringe Einwirkungen gestört zu werden, und die Störung einer Verrichtung scheint dann leicht eine neue Störung nach sich zu ziehen und dadurch Schmerz zu erregen. Eine mäßige Anstrengung der Muskeln verursacht bei solchen schwächlichen Menschen schnell Ermüdung und Schmerz, keineswegs aber deswegen, weil die Nerven erregbarer wären, sondern weil die Muskelsubstanz unbrauchbarer ist und schon nach einer kurzen Thätigkeit Veränderungen erleidet, die Ermüdung und Schmerz zur Folge haben.

*) Haller. Novi Comment. soc. reg. Gotting. T. III. p. 25.
**) Duverney, Mem. de l'Ac. roy. des sc. de Paris. a. 1700. p. 199.
***) Gros, in Comptes rendus T. XXIII. Nr. 24. p. 1106 und in Frorieps Notizen 1847. März p. 289.

E. H. Weber.





